Aus dem St. Joseph-Hospital in Beuel a. Rhein.
Chefarzt: Prof. Dr. Dr. Gerhartz †.

Rotlichttherapie

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität

zu Bonn

vorgelegt am 18. Januar 1937 von

OTTO MOSES

aus Kirchen a. Sieg.

Buchdruckerei Karl Martini, Brühl, Wallstraße 102-06

Aus dem St. Joseph-Hospital in Beuel a. Rhein.
Chefarzt: Prof. Dr. Dr. Gerhartz †.

Rotlichttherapie

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität

zu Bonn

vorgelegt am 18. Januar 1937 von

OTTO MOSES

aus Kirchen a. Sieg.

Buchdruckerei Karl Martini, Brühl, Wallstraße 102-06

Gedruckt mit Genehmigung der
medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Professor Dr. Dr. Gerhartz
Korreferent: Professor Dr. Grebe.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552322_0034

Die moderne Lichttherapie hat überall, in den Kreisen der Laien, nicht minder in den Kreisen der Ärzte und Naturforscher, das größte Interesse für jene Kraft der Natur geweckt, welche mit ihren segenspendenden und schadenbringenden Strahlen den Menschen und mit ihm die ganze organische Welt allseitig umgibt und in gewaltiger Weise beeinflußt. Vielleicht gerade wegen der Allgegenwart dieser Kraft hat man sich gewöhnt, ihre Äußerungen und Einwirkungen als etwas Selbstverständliches hinzunehmen, ohne sich viel Rechenschaft darüber abzulegen.

Es ist merkwürdig, des Genies und der Energie eines großen Mannes hat es bedurft, auf daß der Menschheit die Augen geöffnet wurden für die Wirkung, welche die das Weltall durchflutenden Wellen des Lichtes auf den menschlichen Körper und auf seine Umgebung tagtäglich immer wieder aufs Neue ausüben. Gewiß, es hat Männer der Wissenschaft gegeben schon vor Finsen, die der Ergründung der lebens- und gesundheitsspendenden Strahlen des Lichtes nahegetreten sind. Aber Finsen ist es, der das Licht in seiner Bedeutung für die belebten Organismen zu würdigen gelehrt und es gleichzeitig verstanden hat, im Interesse seiner humanitären Ziele die weitesten Kreise für seine aufklärenden Bestrebungen zu begeistern.

Im Vordergrund des allgemeinen Interesses an der wissenschaftlichen Erforschung des Lichtes und seiner Eigenschaften steht die Tatsache, daß bestimmte Erkrankungen des menschlichen Organismus durch das Licht im günstigen Sinne beeinflußt werden können. Wir werden aber die Fragen nach der therapeutischen Verwertbarkeit und nach der Heilkraft des Lichtes erst dann verstehen, wenn wir uns zuvor über einige allgemeine Gesichtspunkte aus der Lehre vom Lichte unterrichtet haben. Bevor wir den Nutzen betrachten, den der kranke Mensch aus den Strahlen des Lichtes zu ziehen vermag, müssen wir einen Einblick zu gewinnen trachten in jene Beziehungen, die zwischen dem Lichte und den gesunden Menschen, zwischen dem Lichte und der den Menschen umgebenden belebten Welt bestehen.

Was verstehen wir unter Licht? Der Physiker definiert das Licht als Ursache der Sichtbarkeit der Gegenstände. Vom biologischen Standpunkt aber tun wir besser daran, das Licht als Gesamtenergie aller Strahlen zu bezeichnen, die von einem leuchtenden Körper ausgesandt werden. Jenes Licht, welchem wir Menschen bewußt oder unbewußt, und mit uns alle Lebewesen unterstehen als eine Kraft der uns umgebenden Natur, das ist die strahlende Energie der Sonne. — Das Sonnenlicht vermittelt uns das Sehen und macht uns die Gegenstände die sich auf unserem Augenhintergrunde wiederspiegeln, sichtbar. Die Optik, die Lehre von den physikalischen Eigenschaften des Lichtes, hat uns die Gesetzesmäßigkeit der Beziehungen des Lichtes zum Gesichtssinn, die Absorption des Lichtes, die Reflexion und die Brechung der Lichtstrahlen gelehrt, hat uns mit Hilfe der Zerlegung des Lichtes die Farben erklärt.

Wenn wir einen Sonnenstrahl in geeigneter Weise durch ein Prisma fallen lassen und ihn auf einem weißen Schirm auffangen, so sehen wir, daß er durch das Prisma in seiner Richtung abgelenkt wird und daß auf dem Schirm ein Farbenband in Erscheinung tritt. In diesem Spektrum des Sonnenlichtes folgen sich mit verwaschenen Grenzen die Farben des Regenbogens. Der rote Anteil des Spektrums ist am wenigsten, der violette am meisten von der Einfallsrichtung des Sonnenstrahles abgelenkt. Der eine Sonnenstrahl, den wir durch das Prisma passieren lassen, macht uns den Eindruck eines einheitlichen weißen Lichtes. Er ist aber keine Einheit, sondern eine Vielheit, der sich aus zahlreichen einzelnen verschiedenfarbigen feinsten Strahlen zusammensetzt. Was wir einen Sonnenstrahl nennen ist ein Bündel von Strahlen, die sich untereinander durch ihre verschiedene Brechbarkeit unterscheiden. Durch das Prisma wird der Sonnenstrahl in seine Bestandteile zerlegt. Und da die verschiedenfarbigen Strahlenarten, die das weiße Licht zusammensetzen, verschieden stark gebrochen werden, immer stärker in der Richtung vom Rot zum Violett, so werden die einzelnen Strahlen auseinandergezogen und voneinander getrennt, sodaß sie auf unserem Schirm verschiedene Stellen des Raumes treffen.

Die Lichtwellen sind außerordentlich klein, dabei aber von verschiedener Länge für die verschiedenen Strahlen. Vom äußersten

Rot im Spektrum der Sonne gehen 1315 Wellen, vom äußersten Violett 2542 Wellen auf die Länge eines Millimeters. Nun ist aber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes überall, im Äther des Weltalls, sowohl im leeren Raum und in der atmosphärischen Luft für alle Lichtarten gleich und zwar ungefähr 300 000 Kilometer in der Sekunde. Infolgedessen ist in der Zeiteinheit die Zahl der Bewegungen aller Schwingungen, die einem Strahl zugrunde liegt, im äußersten Rot eine kleinere als im Violett. Mit anderen Worten: Die Schwingungszahl der verschiedenfarbigen Lichtstrahlen ist eine verschiedene und abhängig von der Wellenlänge der einzelnen Strahlenarten. Das äußerste Rot macht in der Sekunde 300 000 mal 1315 gleich etwa 395 Billionen Schwingungen, das äußerste Violett 300 000 mal 2542 gleich etwa 763 Billionen Schwingungen oder umgekehrt 395 Billionen Schwingungen erzeugen in unserem Auge und in unserem Gehirn den Eindruck der roten Farbe; 763 Billionen Schwingungen erzeugen in uns den Eindruck der violetten Farbe. Wie unser Gehörsinn die relative Häufigkeit der Schallschwingungen als hohen oder niedrigen Ton unterscheidet, so unterscheidet unser Gesichtssinn je nach der Höhe der Schwingungszahlen die verschiedenen Farben.

Die Schwingungszahl oder besser gesagt der Schwingungsdauer der Lichtstrahlen entspricht der Grad ihrer Ablenkung durch das Prisma, und zwar gestaltet sich die Ablenkung umso geringer, je kleiner die Schwingungszahl und je größer die Schwingungsdauer ist. Die roten Strahlen mit ihren größeren Wellenlängen und kleineren Schwingungszahlen werden vom Prisma weniger stark gebrochen, als die violetten Strahlen mit ihren kleineren Wellenlängen und ihren größeren Schwingungszahlen.

Schon die vergleichende Betrachtung der gesamten Zahlenverhältnisse legt uns den Gedanken nahe, daß neben den besprochenen Strahlen von rot und violett noch andere Strahlen im Sonnenspektrum vorhanden sein müssen. Und so ist es in der Tat: Auch noch jenseits der beiden Enden des farbigen Bandes sind Strahlen vorhanden. Jenseits vom Rot finden sich Strahlen von weniger als 395 Billionen Schwingungen in der Sekunde, jenseits vom Violett finden sich Strahlen mit Schwingungszahlen, die größer sind als 763 Billionen. Unser menschliches Auge ist aber nur auf eine engbegrenzte Anzahl von Billionen Schwingungen

eingerichtet. Weniger als 395 Billionen und mehr als 763 Billionen Schwingungen wirken nicht mehr als Reiz auf die Retina des menschlichen Auges. Mit unserem Sehnerven vermögen wir einzig und allein diejenigen Wellenbewegungen des Äthers in uns aufzunehmen, welche die Empfindung der Farben in uns auslösen; jenseits vom Rot und jenseits vom Violett sieht das Auge keinerlei Strahlungen mehr, und wir bezeichnen diese Strahlen als ultrarote bezw. ultraviolette Strahlen. Die roten und ultraroten Strahlen nennt man wegen deren Wärmewirkung, Wärmestrahlen, die violetten und ultravioletten wegen ihrer chemischen Einwirkung auf geeignete Medien, chemische Strahlen.

Die verschiedenen Strahlen des Lichtes, mit ihrer verschiedenen Brechbarkeit, ihren verschiedenen Wellenlängen, ihrer verschiedenen Schwingungsdauer, mit ihren verschiedenen Effekten auf Thermometer und chemische Stoffe, verhalten sich auch verschieden hinsichtlich ihrer Absorptionsfähigkeit, und infolgedessen verschieden hinsichtlich ihrer Wirkung. Die Fähigkeit der Strahlen, eine Wirkung auszulösen, steht im direkten Verhältnis zu ihrer Fähigkeit, absorbiert zu werden. Nur diejenigen Strahlen können eine Wirkung entfalten, die zur Absorption gelangen. Dies ist eigentlich der Grundsatz in der Lehre vom Licht und unsere Anwendung in der Medizin.

Unter den pflanzen-physiologischen Forschungen, die sich mit dem Einfluß des Lichtes beschäftigen, sind ohne Zweifel für die Allgemeinheit diejenigen Studien am bedeutungsvollsten, welche die Wirkungen des Lichtes auf die niedrigstehendsten pflanzlichen Organismen, auf die Bakterien, zum Gegenstand haben.

Nachdem man erkannt hatte, daß das Licht für den erkrankten Menschen ein wertvolles therapeutisches Agens darstellt, ist die Frage nach den Beziehungen des Lichtes zu den parasitären Krankheitserregern nach allen Seiten hin eifrig und sorgfältig geprüft worden. Das übereinstimmende Resultat der verschiedenen Untersuchungen lautet dahin, daß das Licht eine ausgesprochene bakterienfeindliche Wirkung entfaltet. Das Licht hemmt die Entwicklung, die Vermehrung und das Wachstum der Bakterien; es ist imstande die Bakterien zu schädigen und zu vernichten. Man kann geradezu sagen, daß es eine kennzeichnende gemeinsame Eigenschaft der pathogenen Pilze ist, daß sie dem Lichte erliegen.

Downes und Blunt waren die ersten, die sich in eingehender Weise mit den Wirkungen des Lichtes auf Mikroorganismen beschäftigt haben. Ihre Untersuchungen fallen in eine Zeit, in welcher die bakteriologische Forschung noch auf schwachen Füßen stand. Gleichwohl sind diese Arbeiten aus den Jahren 1877 und 1878 bis heute noch von grundlegender Bedeutung. Sie haben nachgewiesen, daß Fäulnisbakterien durch direktes Sonnenlicht, sogar durch diffuses Tageslicht, in ihrer Entwicklung gehemmt werden, und daß lange dauernde Einwirkung und große Intensität des Lichtes die Fäulnisbakterien abzutöten vermögen. Mit Fäulnisbakterien infizierte Nährböden vermochten sie zu sterilisieren einzig und allein dadurch, daß sie die Kulturen dem Lichte exponierten. Sie erkannten, daß bei diesem Desinfektionsprozeß die **Wärme keine** Rolle spielt, daß es sich hier ausschließlich um reine Lichtwirkung handelt. Sie sahen, daß die Wirkung im wesentlichen an die stärker brechbaren Strahlen geknüpft ist, an diejenigen Strahlen, die so gut wie keine Wärmewirkung entfalten. Dabei entging ihnen nicht, daß auch die weniger brechbaren roten und gelben Strahlen einen gewissen Einfluß auszulösen vermögen. Die Lichtwirkung, so gaben sie an, betätige sich immer gleichviel, ob die Bakterien in feuchten Nährböden sich befänden oder eingetrocknet seien. Allerdings sei die Beschaffenheit der die Bakterien umgebenden Medien von Bedeutung, innerhalb welcher sich die desinfizierende Wirkung geltend mache.

Die wichtigste Frage hinsichtlich des Verhältnisses der Bakterien zum Lichte ist die, welchen Strahlenarten die bakterienfeindliche Wirkung zukommt. Es steht heute einwandfrei fest, daß sämtliche sichtbaren Strahlen imstande sind, die Entwicklung der Bakterien im ungünstigen Sinne zu beeinflußen, daß aber die Wirkung der verschiedenen farbigen Strahlen mit ihrem Brechungsexponenten steigt, und daß die stärkste Wirkung den am meisten brechbaren Strahlen zukommt. Im Vergleich zu den blauen, violetten und ultravioletten Strahlen ist die Wirkung der langwelligen Strahlen eine geringere.

Valdemar Bie, ein Schüler Finsens, untersuchte die Wirkung der einzelnen Spektralgebiete, und er verwandte zu seinen vergleichenden Untersuchungen Agarkulturen des Bazillus prodigiosus. Zur Belichtung benutzte er das konzentrierte Licht einer

elektrischen Bogenlampe von 35 Amp. und 44—46 Volt, etwa 6000 Normalkerzenstärke. Entsprechende Kühlvorrichtungen sorgten für die Entfernung der Wärmestrahlen. Zwischen den Konzentrierungsapparat und die zu belichtende Bakterienkultur wurde ein Gefäß mit planparallelen Glaswänden eingeschaltet, das der Reihe nach mit verschiedenen Flüßigkeiten gefüllt wurde, von welchen jede nur einen ganz umschriebenen, genau abzumessenden Teil des Spektrums hindurch passieren läßt. Mit Hilfe dieser Versuchsanordnung fand Bie, daß auch das reine rote Licht, die Strahlen von 760—656 milliontel Millimeter Wellenlänge, eine bakterienfeindliche Wirkung entfalteten. Durch eine Belichtung von 90 Minuten Dauer wurde eine erkennbare Abschwächung des Bakterienwachstums erzielt. Der gleiche Grad der Abschwächung erfolgte innerhalb 18 Minuten, wenn dem Rot die orangefarbenen und die gelben Strahlen beigemengt waren; dieses Licht mit den Strahlen von 760—541 milliontel Millimeter Wellenlänge tötete die Bakterien innerhalb von etwa 9 Stunden. Berücksichtigt man, daß Bie zu diesen Untersuchungen sehr starkes Licht verwendet hat, so sieht man, daß die Wirkung der weniger brechbaren Strahlen allerdings eine geringere ist, und daß die Bakterien diesem Lichte lange Widerstand leisten können; anderseits zeigt es aber, daß es keineswegs angängig ist, den roten Strahlen jegliche bakterizide Wirkung abzusprechen und zu behaupten, daß die roten Strahlen der Entwicklung und dem Gedeihen der Bakterien nicht nur nicht schädlich, sondern sogar förderlich seien.

Eine sehr wichtige Frage, besonders im Hinblick auf unsere Bestrebungen, das Licht zu therapeutischen Zwecken zu verwerten, ist die, ob das Licht imstande ist, durch die Haut hindurch in den Körper einzudringen, und ob das Licht die Fähigkeit besitzt die in der Haut und unter der Haut gelegenen Organe des menschlichen Körpers zu beeinflußen. Wenn wir bei geschloßenen Augen unser Gesicht gegen eine kräftige Lichtquelle z. B. gegen die Sonne richten, so haben wir die Empfindung eines roten oder goldgelben Scheines vor unseren Augen. Besonders deutlich gelangt uns diese Lichtempfindung zum Bewußtsein, wenn wir zwischen die geschloßenen Lider und die Lichtquelle einen undurchsichtigen Gegenstand schieben und diesen dann wieder rasch entfernen. Die Helligkeitsdifferenz, welche wir bei dieser Gelegenheit empfinden, zeigt

uns, daß ein gewisser Anteil der Lichtstrahlen durch die Haut der Lider hindurch auf unsere Retina gelangt und hier einen Reiz zur Auslösung bringt. Wenn wir unsere Hand mit eng aneinander gepreßten Fingern vor eine hell leuchtende Lampe halten, so erscheinen uns die Fingerspitzen und die Berührungsflächen der einzelnen Finger leuchtend rot. Dabei gewinnen wir den Eindruck, als ob die Fingerknochen, ja sogar die Mittelhandknochen durchscheinend wären. Nur die größeren Blutgefäße heben sich aus der hellrot erleuchteten Fläche als verzweigte dunkle Streifen ab. Bei blutarmen Individiuen hat man oft Gelegenheit, sich über die „Durchsichtigkeit" ihrer Haut, insbesonders ihrer Ohrmuscheln zu wundern. Ein Teil der sichtbaren Strahlen dringt also durch die Haut hindurch und ist nach der Passage der Haut noch stark genug, unsere Sehnerven in spezifischer Weise zu erregen. Nun bliebe zu untersuchen, welcher Anteil des Spektrums die größere Penetrationskraft besitzt und darüber hat uns Finsen Aufschluß gegeben, und zwar an einem menschlichen Ohr. Er legte auf die eine Seite des Ohres ein Stück photographisches Papier und ließ auf die andere Seite den blauvioletten Strahlenkegel konzentrierten Sonnenlichtes fallen. Nach Verlauf von 5 Minuten war das Papier noch unverändert. Jetzt nahm er zwei Glasplatten und drückte das Ohr zwischen diese, sodaß es ganz weiß, d. h. blutleer wurde. Und als er nunmehr das Licht auf die eine Seite des Ohres fallen ließ, war das hinter dem Ohre angebrachte Papier nach 5 Minuten schwarz verfärbt. Weitere Versuche zeigten, daß schon Belichtungen von 20 Sek. Dauer genügten, um das Papier in deutlicher Weise zu beeinflußen, wenn es nur gelang, das Ohr durch Glasdruck vollkommen blutleer zu machen. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß das Blut für die chemischen Strahlen ein Hindernis darstellt, und daß die Strahlen um so rascher und um so kräftiger durch das Gewebe hindurchdringen, je weniger dieses mit Blut gefüllt ist. Wenn man mittels eines Spektroskops durch ein Ohr blickt, aus dem man durch Glasdruck alles Blut entfernt hat, so sieht man das Spektrum in allen seinen Farben. Blickt man aber durch ein in normaler Weise blutgefülltes Ohr, so sieht man nichts anderes, als einen roten oder rotgelben Strahl. Mithin muß das Blut einen Teil der eindringenden Strahlen absorbieren. Diese Beobachtung machte schon Finsen.

Die roten Strahlen sind imstande selbst dicke Schichten blutgefüllter Gewebe zu durchdringen, nicht nur Haut und Unterhautzellgewebe, auch Muskeln, Knorpeln und Knochen. Nur die blutgefüllten Gefäße setzen ihrem Durchgang Hindernisse entgegen. Man führt zu diagnostischen Zwecken gelegentlich kleine elektrische Glühlampen in die Mundhöhle oder auch in den Magen und sieht dann durch die Wangen oder durch die Bauchhaut rotes Licht durchscheinen, aus welchem sich die dunklen Gefäßverzweigungen deutlich abheben. Bei der Cystoskopie sieht man dieses auch sehr schön. Die beste Aufklärung über die Verhältnisse der Lichtpenetration geben uns Versuche von G. Busck. Dieser brachte auf die Dorsalfläche seiner linken Hand zwei fest miteinander verbundene photographische Platten. Die eine davon, der Haut anliegend, war ein photographisches Negativ, die andere eine Bromsilberplatte. Über das Plattenpaar und über die umgebende Haut wurde mit Kitt eine lichtdichte Hülle gebildet. Darauf belichtete Busck die Vorderfläche seiner Hand mit den Strahlen einer Kohlenbogenlampe von 70 Amp. und 50 Volt. Er konzentrierte das Licht durch einen Sammelapparat und ließ es außerdem durch eine aus Bergkristall hergestellte Linse gehen, mit der zwecks Verdrängung des Blutes auf die Hohlhand ein starker Druck ausgeübt werden konnte. Es ergab sich, das die Entwicklung der Bromsilberplatte das Diapositiv des Negativs zum Vorschein brachte, wenn die Strahlen durch die Mitte der Hand, wo das Gewebe eine Dicke von 2,8 cm hatte, eine Minute, durch den Daumenballen, eine Schicht von 3,4 cm, 3 Minuten, durch das Handgelenk, 3,7 cm, 4 Minuten hindurchgegangen waren. Mit konzentriertem Sonnenlicht erzielte Busck durch die Mitte der Hand hindurch eine Wirkung auf isochromatische Platten in 10 Sek.

Busck hat die Penetrationsfähigkeit der roten und rotgelben Strahlen auch noch in folgender Weise geprüft. Von der Erfahrung ausgehend, daß es für die sichtbaren roten und rotgelben Strahlen kein zuverlässiges Reagens gibt als unsere Retina, und daß unser eigenes Lichtempfindungsvermögen die sicherste Aufklärung zu geben vermag, ob und wie weit diese Strahlen in das Gewebe eindringen, belichtete er auf der Dorsalfläche seiner Hand einen Fleck mit intensivem Licht. Auf die entsprechende Stelle der Hohlhand ließ er ein Metallrohr anpressen in der Weise, daß kein Licht von den Seiten in die Röhre eindringen konnte. Ein Blick

durch den Tubus zeigte ihm, ob die belichtete Körperpartie rot durchscheinend war oder nicht. In dieser Weise untersuchte er die ganze obere Extremität auf ihre Pelluzidität für Rot und Gelb und gelangte dann zu folgenden Resultaten: Durch die Mitte der Hand, 2,8 cm dick, dringt ein starkes, fast blendendes rotgelbes Licht; das den Daumenballen, 3,4 cm Dicke, durchdringende Licht ist weit schwächer, aber doch noch deutlich; das Handgelenk in der Gegend der Handgelenkfurche, 3,6 cm Dicke, läßt mehr Licht durch als der Daumenballen, aber gegen den Arm zu nimmt die Pelluzidität stark ab. Bei einer Dicke des Gewebes von 5,1 cm ist nur noch ein schwacher Lichtschimmer wahrzunehmen. Das gleiche Resultat, eine intensive Pelluzidität einer Schicht von 3,6 cm, fand Busck, als er vor den Strahlenkegel ein Filter mit Fuchsinlösung brachte, ein Medium, das einzig und allein die roten Strahlen passieren läßt. Daß den roten Strahlen eine relativ große Penetrationskraft zukommt, geht auch aus der einfachen Beobachtung hervor, daß, wenn man ein Stethoskop fest auf die Lungenspitzengegend aufsetzt und zwischen Lichtquelle und Beschauer mit Ausnahme dieser Körperstelle das Licht abdeckt, man einen roten Lichtschein durch die Stethoskopkanalbohrung hindurchschimmern sieht. (H. Gerhartz)

Die von H. Gerhartz durchgeführten Penetrationsversuche mit infraroten Strahlen wurden neuerdings nochmals bestätigt durch Janker und Grütz, und zwar zeigten diese eine Reihe von Aufnahmen mit Infrarotphotographie, auf denen unter der Haut gelegene Gefäße (Venen) zur Darstellung gebracht waren.

Wir sehen also, die roten Strahlen sind imstande selbst dicke Schichten blutgefüllter Gewebe zu durchdringen, nicht nur Haut und Unterhautzellgewebe, sondern auch Muskeln, Knorpeln und Knochen. Nur die blutgefüllten Gefäße setzen ihrem Durchgang Hindernisse entgegen. Auch Experimente, bei denen farbenempfindliche Platten von penetrierenden Licht belichtet wurden, sprachen für obige Versuche. Das zeigte uns wiederum Busck, indem er eine isochromatische Platte lichtdicht auf seinen Handrücken befestigte und die Hohlhand dann 5 Sekunden lang mit konzentriertem Sonnenlicht belichtete. In dem Lichtkegel vor der Hand war eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali angebracht, die nur rote, orangefarbene und gelbe Strahlen passieren ließ. Bei der Entwicklung der Platte ergab sich ein positives Resultat der Belichtung. Die

Strahlen waren also durch die Hand hindurchgegangen und hatten die Platte beeinflußt. Zu dem nächsten Versuch benutzte Busck an Stelle des doppeltchromsauren Kalis eine ammoniakalische Kupferdioxydlösung, welche die Eigenschaft hat, den rotgelben Teil des Spektrums zu absorbieren und die blauvioletten Strahlen passieren zu lassen. Jetzt war das Resultat der Belichtung ein negatives, obwohl die Belichtung diesesmal 10 Minuten gedauert hatte. Das Verhältnis der Penetrationskraft der violetten zu den roten Strahlen erläutert ein Versuch Buscks: Die Strahlen einer Bogenlampe von 70 Amp. wurden durch eine Linse parallel gemacht; im Strahlenbündel wurde ein Spektroskop aufgestellt; vor dessen Spalt wurden erst ein, dann zwei, drei und schließlich vier Kaninchenohren mit normaler Blutfülle gelegt. Wenn sich nur ein Ohr vor dem Spalt befand, waren alle Farben des Spektrums im Spektroskop sichtbar. Legte man zwei Ohren davor, so verschwanden die blauvioletten Strahlen; die grünen, gelben und roten Strahlen gingen gut hindurch. Wurde die Zahl der Ohren vor dem Spalt auf drei erhöht, so verschwanden die grünen Strahlen. Durch die vier Ohren hindurch erkannte man nur den roten Teil des Spektrums. Aus einer Berechnung geht hervor, daß von den äußeren ultraroten Strahlen 5—23% durch ein Kaninchenohr hindurchgehen, von den rotgelben Strahlen passieren 21—22%, von den blauvioletten Strahlen aber nur wenig über 1%. Diese letzte Beobachtung, daß die Fähigkeit der blauvioletten Strahlen, auf einen lichtempfindlichen Stoff zu wirken durch das Blut des Kaninchenohres um beinahe 99% herabgesetzt wird, ist äußerst wichtig.

Nach all diesen Versuchen kommen wir zu dem positiven Resultat, daß **den roten Strahlen die größte Penetrationskraft zukommt,** und daß mit der Verkleinerung der Wellenlänge das Penetrationsvermögen der sichtbaren Strahlen sinkt, und ferner, daß die blauvioletten Strahlen, denen die intensivste chemische Wirkung zukommt, keinerlei Tiefenwirkung entfalten. Bezeichnet man die Penetrationskraft mit 1, so ergibt sich nach dem Schema, in dem Busck die Verhältnisse illustriert, daß die Penetrationskraft der ultravioletten Strahlen kleiner als 1, daß die Penetrationskraft der Strahlen bis zu 22 im Rotgelb steigt, und daß sie ihr Maximum mit 28 im inneren Teil des ultraroten Spektrums erreicht, und dann im äußeren Ultrarot wieder sinkt. Da die bakterizide Wirkung

des Lichtes im wesentlichen an die stärker brechbaren Strahlen geknüpft ist, und diese, wie wir aus vorstehenden Versuchen erkennen können, schon an der Oberfläche des Hautgewebes absorbiert werden, dürfen wir nicht erwarten, daß das Licht in der Tiefe des Gewebes eine bakterizide Wirkung entfaltet. Man geht wohl nicht irre, wenn man annimmt, daß sich die Bakterizidität des Lichtes auf die alleroberflächlichsten Schichten der Haut beschränkt und eine praktische Bedeutung nur für die Hornschicht besitzt. Die Bakterien, die sich unter dieser im lebenden Gewebe der Oberhaut oder gar in der bindegewebigen Haut befinden, unterstehen der Wirkung des Lichtes nicht. Jedenfalls kann von einer direkten Beeinflußung des Bakterienprotoplasmas innerhalb menschlicher Körpergewebe keine Rede sein.

Wir besprachen bisher die Penetrationskraft der roten Strahlen und es blieb noch zu untersuchen, wie es mit der Penetrationskraft der ultraroten Strahlen steht. Hierüber konnte uns Miescher Aufschluß geben. Seine Untersuchungen zeigen sehr deutlich, daß speziell die Erwärmung unter der Haut gelegener Abschnitte bei Sonnenbestrahlung intensiver ist, als bei Bestrahlung mit ultraroten Strahlen. Die Untersuchung von Löwy und Dorno, Sonne und Keller ergaben beim Ultrarot ein Temperaturgefälle von der Oberfläche zur Tiefe, wogegen bei Bestrahlung mit sichtbaren Strahlen der Sonne von der Oberfläche zur Tiefe ein Temperaturanstieg zu beobachten war. Aus diesen Versuchen geht wohl hervor, daß die Penetrationskraft der ultraroten Strahlen wegen der starken Wärmeabsorption der obersten Hautschicht nicht so groß ist, wie beim Sonnenlicht, in welchem speziell auch die sichtbaren Strahlen mit großer Penetrationskraft eine bedeutende Rolle spielen. Eine Tiefenwirkung kommt also dem Ultrarot nicht in allzu hohem Maße zu; ähnlich liegen auch nach den Untersuchungen von Perthes, Keller, Schall und Alius, Miescher u. a. die Verhältnisse für die ultravioletten Strahlen, die uns aber hier nicht so sehr interessieren.

Für die Frage der Wirkung der einzelnen Abschnitte des sichtbaren Spektrums sind die Untersuchungen besonders wichtig, die die Durchdringungsfähigkeit der Strahlen für die Haut geklärt und die Schutz- und Hilfsmaßnahmen erforscht haben, die der Körper bewußt oder unbewußt bei zu reichlicher oder zu geringer Strahleneinwirkung anwendet. Je nachdem, an welchem Organ eine

Strahlung als zu stark und eventuell schädigend empfunden wird, ist auch die Schutzeinrichtung des Körpers vorhanden. Bei intensiver Ultrarotstrahlung tritt Schweißbildung, Hyperämie der Haut usw. ein; bei Ultraviolettstrahlung kommt es nicht sofort zu einer Reaktion, sondern erst nach einiger Zeit. Es sind also bei dieser Bestrahlung leichter Schädigungen der Körperoberfläche oder des Körpers möglich. Ebenso gibt es bei der Rotbestrahlung kein sofortiges Alarmsignal bei zu intensiver und zu langer Strahleneinwirkung. Es fehlt uns bis jetzt auch noch ein körperliches Zeichen für eine zu intensiv durchgeführte Bestrahlung. Wir stellen also fest, daß vom gesamten Spektralbereich die Strahlen auf der Grenze zwischen Rot und Ultrarot die Haut am besten passieren und die Strahlen nach der anderen Seite des Spektrums hin schon in den oberflächlichsten Partien der Haut absorbiert werden. Ein wichtiger Faktor für die Penetrationskraft der roten Strahlen ist nun aber die Durchgängigkeit der Haut. Und diese kann auch geändert werden. So gelingt es z. B. die Absorptionsfähigkeit der Haut durch Einreiben mit Oel oder Glyzerin zu verringern. Eine Vergrößerung der Absorption bei zu intensiver Bestrahlung ist möglich durch stärkere Durchblutung der Haut und der unter der Haut gelegenen Gewebsabschnitte. Die Absorptionsfähigkeit des Blutes ist aber wiederum am geringsten bei der roten Strahlung, und so kommt es, daß die roten Teile aus jedem Licht in tiefergelegene Gewebe eindringen können, auch wenn die sichtbaren und unsichtbaren Abschnitte des Spektrums durch die Haut oder die Blutschranke aufgehalten werden. Bei zu intensiver Einwirkung roter Strahlung wird durch sehr starke Erweiterung der Blutgefäße und des Unterhautgewebes schließlich die Blutschranke so stark vergrößert, daß ein Eindringen in die Tiefe infolge der Dichtigkeit der Blutschranke nicht mehr möglich ist.

Aus physikalischen Tabellen entnahm Levick, daß die Absorbierung der Strahlen durch Wasser über die rote Region hinaus sehr ausgeprägt wird, sodaß die Wärmestrahlen jenseits der roten Region des Spektrums von dem Wasser in den Geweben absorbiert werden müssen, bevor sie eine bedeutende Tiefe erreichen. Das Blut stellt einen rotpigmentierten Wasserschirm dar und würde auf diese Weise de facto alle Strahlen des Spektrums eliminieren mit Ausnahme der roten. Wir können deshalb, so weit es sich um Sonnenlichtstrahlen handelt, sagen, daß alle tiefliegenden Gewebe

nur rotes Licht empfangen und resorbieren. Wird in diesen tiefliegenden Geweben irgend ein direkter physiologischer Effekt durch Licht erzielt, so kann einzig und allein dies nur durch rote Strahlen geschehen. Eine Anzahl von ganz einfachen und bekannten Experimenten, die anfangs schon angeführt wurden, demonstrieren, daß die Haut und die Fascien, das Bindegewebe, die Blutgefäße, die Schleimhäute und Knochen sämtlich für rote Strahlen durchscheinend sind. Deshalb dringt rotes Licht von mäßiger Intensität durch die Finger und passiert von dem Innern des Mundes durch die weichen Gewebe und die Wände des Antrums und von da durch die Haut unter der Orbita nach außen. Zu gleicher Zeit beobachten wir, daß die roten Strahlen die einzigen sichtbaren Strahlen sind, welche in jedem Falle durch eine Kombination von Geweben hindurch passieren. Die Strahlen werden indes vom Muskel absorbiert, und nach der Beobachtung von Levick, auch von entzündlichen Exsudaten. Die beiden Phänomene sind von spezieller Bedeutung, wenn man sie in dem Lichte der Resultate der experimentellen Behandlung betrachtet, die ich aber erst später anführen möchte.

Nachdem jetzt hauptsächlich die physikalischen Eigenschaften der roten sowie ultraroten Strahlen besprochen worden sind, wollen wir jetzt auf die biologischen Eigenschaften dieser Strahlen eingehen, um zu sehen, welche Wirkung auf den tierischen und menschlichen Organismus erzielt wird. Und hierüber haben uns verschiedene Arbeiten von H. Küstner, H. Cramer und H. G. Bode Aufklärung verschafft und zwar in der verschiedensten Weise. Die Literatur der letzten Jahre enthält zu dieser Frage nur außerordentlich wenig Arbeiten, welche im wesentlichen einige Spezialgebiete der Medizin betreffen, auf denen mit Rotlicht ein Erfolg bei der Behandlung erzielt werden konnte. Einige Arbeiten deuten darauf hin, daß die roten Strahlen für die Hormone des Körpers oder einige Hormone einen gewißen Antrieb bedeuten. Und so wollen wir zunächst die Frage der Wirkung dieser Spektralgebiete auf die Hormone und ihnen verwandte Stoffe besprechen.

Die Versuche, die für die Bedeutung der roten Strahlen für die Hormone wichtig sind, sind von den verschiedensten Autoren angestellt worden. Ludwig und v. Ries fanden bei der Züchtung von Tieren in verschiedenen Strahlenabschnitten, daß bei vollständig

gleicher Kost und sonst gleichen Lebensbedingungen das Wachstum und die Entwicklung der Tiere verschieden schnell vor sich ging; so waren bei Ratten, die in diffusem Tageslicht, im blauen Licht und im roten Licht geboren waren und von der Geburt an in diesem Licht gehalten wurden, sehr deutliche Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit vorhanden. Nach der Untersuchung dieser beiden Forscher entwickelten sich am schnellsten die Tiere im roten Licht; sie wurden zu Riesentieren, d. h. sie waren zum Teil 80 gr. schwerer als die Kontrolltiere und die Tiere im blauen Licht. Sonst war an den Tieren keinerlei Veränderung festzustellen. Ähnliche Versuche machte H. Küstner. Er ließ Mäuse eines Wurfes, die in rotem Licht geboren waren zunächst 11 Tage lang unter der Einwirkung dieses roten Lichtes. Dann brachte er die Mäuse jedoch in zum Teil neue Lebensbedingungen, indem er eine Gruppe ins Tageslicht und eine Gruppe in blaues Licht brachte und täglich zweimal halbstündig mit der Bach'schen Höhensonne auf 1 m Abstand bestrahlte, die dritte Gruppe blieb im Rotlicht. Alle Tiere erhielten gleiches Futter, und zwar gekochte Nahrung und abgekochtes Wasser. Die Temperatur wurde in allen drei Kästen gleich hoch gehalten. Der Erfolg war folgender: Die im Rotlicht befindlichen Tiere entwickelten sich zunächst besonders schnell und übertrafen die anderen Tiere trotz anfänglichen gleichen Gewichtes um zwei Gramm. Nach 16 Tagen fingen die Tiere jedoch an zu kränkeln, blieben im Gewicht zurück und nahmen sogar nach einigen Tagen an Gewicht ab. Die im blauen Licht mit ultravioletter Bestrahlung nahmen sehr langsam zu, waren aber im übrigen völlig gesund, sehr lebhaft in ihren Bewegungen und zeigten keinerlei Störungen; sie waren klein, aber sonst in Ordnung. Die Tiere im Tageslicht entwickelten sich am besten. Diese Versuche von Küstner unterscheiden sich von denen von Ludwig und v. Ries dadurch, daß Küstner vermied, in der Nahrung den Tieren irgendwelche für das Leben notwendige Stoffe zu geben. Durch Verabfolgung von Futter, das in keiner Weise ultraviolett speichernde Vitamine enthielt, wurde von den im Rotlicht lebenden Tieren jegliche Ultraviolettwirkung fern gehalten. Die Rotlichttiere mußten also an Vitaminmangel zugrunde gehen. Die blau-ultraviolett gehaltenen Tiere konnten vielleicht durch die Ultraviolettbestrahlung den Vitaminmangel zum Teil selbst ausgleichen, da wir ja wissen,

daß z. B. die Haut beim Menschen in der Lage ist, das lebenswichtige Vitamin D bei Ultraviolettbestrahlung zu bilden, oder die im Futter enthaltenen Vitamine wurden durch die Ultraviolettbestrahlung wieder so weit aktiviert, daß sie den Körper gegen Schädigungen schützen konnten. Diesen Tieren fehlte aber, da sie überhaupt keine roten Strahlen bekamen, zur Entwicklung und zum Wachstum diese Energie. Sie blieben klein. Nur bei den Tageslichttieren waren beide lebenswichtige Strahlen, ultraviolett ebenso wie rote, vorhanden. Sie konnten sich daher gut entwickeln. In weiteren Untersuchungen hatten Ludwig und v. Ries nachgewiesen, daß Rotbestrahlung die Wirkung des antirachitischen Vitamins auf den wachsenden Organismus verändert, und daß mit Rachitiskost gefütterte Ratten bei Zufütterung von rotbestrahltem Vigantol schwere Rachitis bekamen, wogegen andere Tiere, die mit Rot vorbestrahltem und mit Ultraviolett nachbestrahltem Vigantol bei Rachitiskost ernährt wurden, keine Rachitis bekamen. Es war also durch Nachbestrahlung mit Ultraviolett die antirachitische Kraft des Rot vorbestrahlten Vigantols wieder gebildet.

Zu gleicher Zeit machten Ludwig und v. Ries einerseits und H. Küstner anderseits Beobachtungen über den Einfluß von Rotlichtbestrahlung auf die Hormone. Ludwig und v. Ries bestrahlten das Brunsthormon (Progynon) mit Ultraviolett und mit Rot. Sie stellten dabei fest, daß das ultraviolett bestrahlte Progynon bei der weißen Maus unwirksam war, wogegen das rotbestrahlte schon in geringerer Konzentration wirksam war als das garnicht bestrahlte Hormon. Es stellte sich weiterhin heraus, daß durch Ultraviolettbestrahlung unwirksam gemachte Hormon durch Rotnachbestrahlung wieder aktiviert werden konnte. Daraus geht hervor, daß mit dem Hormon während der Bestrahlung sich irgend etwas ereignet hatte, was die Wirksamkeit veränderte, ohne den Stoff selbst zu zerstören. Es konnte also inaktiv gemachtes Progynon durch eine Rotbestrahlung im Tierversuch wieder wirksam gemacht werden. Umgekehrt konnte durch Rotbestrahlung aktiviertes Progynon durch Ultraviolettbestrahlung unwirksam gemacht werden. Wir kommen also zu dem Schluß: Das Aktivierende ist bei diesem Hormon das Rot, das Inaktivierende das Ultraviolett. Welcherlei Veränderungen in dem Hormon durch die Bestrahlung vor sich gehen, kann nicht gesagt werden, da man über die Chemie des Brunsthormons noch nicht orientiert ist.

H. Küstner stellte fest, daß weiße Mäuse, die durch die Aschheim-Zondekschen Schwangerschaftsreaktion in etwa 90—100 Stunden in die Brunst versetzt werden, schneller östrisch werden, wenn sie in der Zeit nach den Injektionen im roten Licht gehalten werden; ähnlich verhielten sich die Mäuse im Orangelicht, wogegen im grünen und blauen Licht und bei Bestrahlung mit Ultraviolett die Reaktionsfähigkeit sehr schwach war oder fehlte; sie trat bei diesen Bestrahlungen auch sehr viel später auf. Küstner stellte dieses bei mehreren Hunderten von Mäusen fest, wobei er in gleicher Weise Parallelversuche machte. Es ist nun möglich, daß entweder das Sexualhormon nach der Einspritzung noch im Tierkörper eine Veränderung erfährt, oder daß der Tierkörper durch die Bestrahlung leichter oder schwerer in den östrischen Zustand kommt, d. h. selbst durch die Bestrahlung verändert wird. — Wie steht es nun mit den anderen Hormonen, die wir als lebenswichtige Stoffe kennen?

H. Küstner und Eissner haben die Wirkung der Rotstrahlung auf diese untersucht und fanden, daß bei der Bestimmung des Blutzuckers bei Kaninchen kein Unterschied zwischen unbestrahlten und rot vorbestrahlten Insulin festzustellen war, dagegen aber eine geringe Abschwächung der Wirkung nach Vorbestrahlung mit Ultraviolett, was auch von amerikanischen Forschern beobachtet wurde. Aber wegen des verschiedenen Gehaltes des Insulins und der Lösungsflüssigkeit an Phenol darf man diesen Beobachtungen keinen allzu hohen Wert zuschätzen. Negativ fielen die Untersuchungen beim Schilddrüsen- und beim Hypophysenhinterlappenhormon aus. Die Rotbestrahlung dieser Hormone hatte also keinerlei Änderungen in der Wirkung zur Folge, aber auch Ultraviolettbestrahlung führte zu keiner Änderung der Resultate. E. Keeser untersuchte die Wirkung des Rot-, Blau- und Grünlichtes auf Insulin und Adrenalin. Die rasierte Haut eines Kaninchens wurde nach vorheriger intravenöser Injektion von Insulin und subcutaner Injektion von Adrenalin mit Rot-, Blau- und Grünlicht bestrahlt, wobei sich als Resultat ergab, das Rotlicht Adrenalin aktiviert, Insulin hemmt, Blaulicht Insulin aktiviert, Adrenalin hemmt und Grünlicht sowohl Insulin als auch Adrenalin aktiviert. Nach zweistündiger Bestrahlnng verursachte Blaulicht meist eine zunehmende starke Hypoglykämie, Rotlicht eine

zunehmende starke Hyperglykämie, während der Blutzucker unter der Bestrahlung mit Grünlicht keine Veränderung aufwies. Bei ergotaminisierten, bezw. atropinisierten Kaninchen wurde nach Traubenzuckerbelastung festgestellt, daß Rotlichtbestrahlung einen vagotonischen Zustand zur Folge hat, bzw. Stoffe wirksam werden läßt, die wie Reizung des Parasympathicus wirken und Blaulicht den Erregungszustand des Sympaticus steigert, bzw. Stoffe wirksam werden läßt, deren Wirkung der des Sympathicus entspricht. Grünlicht ist pharmakologisch wenig wirksam. Der Zuckergehalt der Haut verhielt sich ähnlich. Während der Bestrahlung mit Rotlicht stieg der Zuckergehalt der Haut stark an, unter Blaulichtbestrahlung blieb der Zuckergehalt konstant oder sank leicht ab. Grünlicht blieb ohne Einfluss auf den Hautzucker. H. Cramer konnte die Beobachtungen von Küstner betreffs hormonalen Umstimmungsmöglichkeiten vollauf bestätigen. Könnten wir alle Drüsenhormone nur durch das Ultraviolett aktivieren, wie das antirachitische Prinzip, so wäre es um deren Wirksamkeit sehr schlecht bestellt, wie allgemein bekannt, dringen die Ultraviolettstrahlen nicht ins Körperinnere, sondern werden von den obersten Hautschichten vollkommen absorbiert. So sehen wir, daß es gerade das Rotlicht ist, das nach den aufgestellten Versuchen das Eierstockshormon aktiviert. Man könnte sogar denken, daß die stärkere Hautpigmentierung der Genitalorgane und deren Behaarung einen weiteren Schutz gegen das Eindringen der das Brunsthormon inaktivierenden ultra-violetten Strahlen darstellen. Hier erhebt sich aber die Frage, wie das durch Rotlicht so leicht zerstörbare in den obersten Hautschichten aktivierte D-Vitamin auf seiner Wanderung zum Knochensystem wirksam bleiben kann. Jedenfalls zeigen alle beschriebenen Versuche, daß es falsch ist, nur dem Ultraviolett einen günstigen Einfluß auf den Körper zuzuschreiben. Unser Organismus ist dem vollem Spektrum des Sonnenlichtes angepaßt, und es ist die Aufgabe des Arztes, Mängel der einen oder anderen Strahlengattung zu entdecken, und den Bedürfnissen des einzelnen Falles entsprechende Lichtmischungen zu verordnen. —

Eine weitere biologische Eigenschaft des Rotlichtes, der eine wichtige therapeutische Bedeutung zukommt, ist die, daß es möglich ist mittels dieser Strahlen eine aktive Hyperämie der Haut ohne irgendeine mechanische Irritation derselben hervorzurufen. Schmidt, Richter und O. Müller berichten über derartige

Versuche und Erfolge. Kaninchenohren wurden mit Rotlicht und Blaulicht bestrahlt und es genügte bei beiden Lichtarten eine Dauer der Bestrahlung von 10 Minuten, um das Maximum der Hyperämie zu erreichen. Nach Abschluß der Bestrahlung beobachtete man die Abnahme der Hyperämie und es stellte sich heraus, daß das mit blauem Licht bestrahlte Ohr nach 25 Minuten denselben Status von vorher erreichte, dagegen das mit Rot bestrahlte Ohr benötigte zum vollständigen Abklingen der Hyperämie 30—40 Minuten. — Experimentelle Versuche machte man auch beim Menschen, indem man die Nagelpfalz eines Fingers je eine Stunde mit Rot-, Blau- und Weißlicht bestrahlte und nach Beendigung der Bestrahlung wurden die Patienten in verschiedenen Zeitintervallen kapillarmikroskopiert. So konnte man durch fortlaufende Beobachtung der Gefäße im lebenden Gewebe feststellen, wie sich der Reaktionsablauf nach den verschiedenen Strahlungsarten verhielt. Man fand in Analogie mit dem Resultat am Kaninchenohr, daß nach der Rotlichtbestrahlung der weitaus stärkste Effekt bezüglich der Hyperämiewirkung erzielt worden ist. Nach 7 Stunden 20 Minuten war noch deutlich eine ohne weiteres erkennbare Wirkung am Gefäßapparat festzustellen, die nach 25 Stunden 35 Minuten zwar erheblich nachgelassen, jedoch noch immerhin bemerkenswert erschien. Im Gegensatz hierzu stehen die Ergebnisse mit dem Blau- und Weißlicht. Schon nach 2—3 Stunden konnte kaum eine nennenswerte Hyperämiewirkung festgestellt werden. Die Hyperämiewirkung dürfte wohl auf einer reinen Wärmewirkung beruhen, und daß andere Faktoren dabei eine Rolle spielten, konnte nicht festgestellt werden. —

Wir unterscheiden nun zwischen einem dunklen Warm- und einem leuchtenden Kaltrot. Über die Wirkung des Kaltrotes auf Haut und Unterhautgewebe sind wir namentlich durch die Finsenlichtbehandlung des Lupus unterrichtet. Hierbei wird das dunkle Warmrot durch Kühlwasser so vollständig wie möglich gelöscht und reines Kalt-Leuchtrot unter Verwendung von Drucklinsen in die Tiefe der Haut geschickt. Nach K. Sonne ruft Kaltrot in der Hauttiefe bedeutende Erwärmung hervor; er fand bei 43,8 Grad Außentemperatur in 0,5 cm Hauttiefe 47,5 Grad C. Wir dürfen wohl mit Bestimmtheit annehmen, daß diese weit über den höchstbeobachteten Fiebergrad liegende Erhitzung des Hautgewebes bei der Ausheilung des Lupus mit Finsenlicht hervorragend beteiligt

ist. Die von dem Leuchtrohr eines Rotstrahlapparates ausgeschickte Strahlung erzeugt auf der Haut keinerlei Wärmeempfindung, auch mit dem Thermometer ist nur ein Anstieg um wenige Zehntel Grade nachweisbar. Leuchtrot ist Kaltrot. Auch nach längerer Bestrahlung mit Kaltrot erscheint die Haut in ihrem Aussehen nicht wesentlich verändert. Bei scharfer Beobachtung kann man sogar eine kaum wahrnehmbare Blässe entdecken. Dem entspricht ein Absinken der Hauttemperatur. Der elektromagnetische Meßapparat zeigt einen Unterausschlag von mehreren Millivoltgraden an. Ob dieser Wärmeverlust Folge der Abkühlung im Ruhestande oder Wirkung eines Kapillarkrampfes ist, muß man offen lassen. — Ganz anders verhält sich die Haut gegenüber den dunklen Wärmestrahlen, welche die Glühspiralen aussenden. Sie nimmt alsbald Rosatönung an, welche bis zur Dunkelrotfärbung mit lebhaftem Hitzegefühl gesteigert werden kann. Die oberflächlich haftenden dunklen Wärmestrahlen erzeugen die Temperaturempfindung in dem mit Nervenendknospen reichlich versorgtem Papillargebiet der Haut. Das langwellige Leuchtrot hat also eine erhebliche Tiefenwirkung, die bis zu mehreren Zentimetern hinabreicht. Nach längerer Bestrahlung verspürt man in der Tiefe ein prickelndes Gefühl der Wärme, das langsam ansteigt und allmählich verklingt. Kaltrot und Warmrot, Oberflächen- und Tiefenrot, sind demnach zwei Regulatoren, die einen gegenseitigen Ausgleich ihrer Wirkung anstreben. Die dunkle Warmstrahlung, welche eine mächtige Blutanschoppung in der Oberhaut bewirkt, sucht das Übergewicht der tiefdringenden Kaltrotstrahlung herabzumindern. Anderseits kann das Kaltrot seine Tiefenwirkung um so mächtiger entfalten, je blutleerer die gefäßführende Hautschicht ist. Man gewinnt den Eindruck, daß hier dieselbe Tendenz obwaltet, wie bei der Finsenlichtbehandlung, wo wir ja auch durch Drucklinsen das lichtverschlingende Blut zu verdrängen suchen.

Wir hätten also als zusammenfassendes biologisches Resultat:

1. Bei guter Kost gedeihen Tiere im roten Licht besser als im blauen und diffusen Tageslicht.

2. Bei unzureichender, vitaminarmer Kost gehen die Tiere im roten Licht zugrunde, bleiben im blauen Licht im Wachstum zurück und entwickeln sich nur im Tageslicht gut.

3. Rotbestrahlung aktiviert das Wachstum- und Brunsthormon, Ultraviolettbestrahlung inaktiviert das Brunsthormon.
4. Eine Anzahl bekannter Hormone wird durch Bestrahlung nicht beeinflußt. Rotlicht aktiviert Adrenalin, Blaulicht hemmt Insulin. Nach E. Keeser wird das Insulin durch Blaulicht jedoch aktiviert.
5. Leucht- oder Kaltrot enfaltet eine gute Tiefenwirkung und ruft in der Tiefe eine starke Erwärmung hervor. Warmrot bewirkt hingegen eine aktive Hyperämie der Haut.

Welche therapeutischen Schlüsse können wir nun aus diesen biologischen und physikalischen Eigenschaften der Rotstrahlung ziehen? Es ist vielleicht nicht mehr auffallend, daß die therapeutischen Erfolge einer Rotlichtbestrahlung nur auf einigen medizinischen Gebieten erzielt werden konnten. Die ersten Versuche, durch Rotlichtbestrahlung heilend zu wirken, gehen bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Es blieb allerdings bei sehr geringen Erfolgen bei einigen Hautkrankheiten, bis Finsen die Beobachtung machte, daß Pockenkranke weniger Narben bekamen und die Krankheit schneller überstanden, wenn sie in Zimmern gehalten wurden, deren Fenster mit roten Scheiben verglast waren oder mit roten Vorhängen verdunkelt wurden. Diese Beobachtung Finsens wurde der Anlaß, auf dermatologischen Gebiet weiter Versuche mit Rotstrahlen zu machen, ohne daß wesentliche Resultate erzielt werden konnten. Der Erfolg bei der Pockenbehandlung Finsens lag auch weniger in einer aktiven Wirkung der Rotstrahlen als vielmehr darin, daß die ultravioletten Strahlen von den Kranken ferngehalten wurden. Auch eine Unterbringung in vollkommen lichtlosen Räumen hätte den gleichen Erfolg bei den Kranken gehabt. —

Auf Grund seiner guten Bestrahlungserfolge an mit Tuberkulosesputum infizierten Meerschweinchen bestrahlte H. Gerhartz schon 1913 schwerste Phthisiker mit intensiven roten Strahlen rein aus der Überlegung heraus, daß den roten Strahlen die größte Penetrationskraft und dadurch auch eine tuberkuloseabschwächende Wirkung auf tiefer gelegene Gewebe zukommt. Die Wirkung der hygienischen und diätischen Behandlung wurde dadurch für die Beurteilung eliminiert, daß erst eine Vorperiode vorgeschaltet wurde von **6 Wochen indifferenter Beobachtung** unter denselben hygienisch- diätischen Verhältnissen, wie die, die auch

während der eigentlichen Versuchsperiode in Wirkung traten. Die Bestrahlungen mit Rotlicht, das mittels Siemens'scher Effektkohlen in einer Bogenlampe erzeugt wurde, wurde von den Patienten als angenehm empfunden, und es traten keinerlei Komplikationen auf. An 18 Fällen schwerster Lungen- und Kehlkopftuberkulose, einem Fall von Poncetschen Rheumatoid, an tuberkulösen Geschwüren und Darmtuberkulose führte H. Gerhartz seine Bestrahlungsmethode durch und fand, daß sich sämtliche Kranke, auch solche, die infolge der Schwere der bereits eingetretenen Zerstörungen der Lunge oder der Mitbeteiligung anderer wichtiger Organe rettungslos der Tuberkulose verfallen waren oder schienen, sich besserten. Bei sämtlichen 18 Fällen wurde keine Progredienz der physikalischen Erscheinungen festgestellt. In 2 Fällen konnte zwar ein neuer Schub festgestellt werden, aber diese beiden Fälle von doppelseitiger Lungenphthise waren vor Einleitung der Bestrahlungen progredienter. Dagegen ließ sich in 10 Fällen durch Röntgenaufnahme ein Rückgang der Prozesse derart nachweisen, daß teils Aufhellungen der vorher vorhandenen Schattenbildungen, teils schärfere Abgrenzung, intensivere Schattendichte und noch andere Zeichen einer Tendenz zur Schrumpfung beobachtet werden konnte. In einem Falle bestand eine käsige Pneumonie mit hohen Temperaturen, die noch während der einmonatlichen Vorperiode deutliche Tendenz zu allmählicher Verschlimmerung zeigte. Nach 6 wöchiger Bestrahlung konnte der Kranke fieberfrei die Klinik verlassen. Röntgenologisch zeigte sich deutlich eine Neigung zur Abkapselung des Herdes. —

Der Husten nahm in allen Fällen ab, der Auswurf verringerte sich ganz erheblich bei der Bestrahlung, mit Ausnahme eines einzigen Falles schwerster kavernöser Phthise; so ging z. B. bei einem Fall die tägliche Auswurfmenge von einem Mittelwert von 60 ccm auf 7 ccm herab, bei mehreren anderen Fällen verringerte er sich auf die Hälfte und noch weniger, bei einem schweren Fall und verschiedenen leichteren Fällen verschwand er ganz. Damit einher ging natürlich eine Abnahme der Zahl der Rasselgeräusche, die in vier Fällen völlig verschwanden und in einem Fall bestehen blieben. Daß diese Besserung auf die Bestrahlung zurückzuführen ist, beweist ein Fall, der erst nach 43 tägigem klinischen Aufenthalt bestrahlt wurde. Alle therapeutischen Maßnahmen, wie

Terpentininhalationen, Heißluft, etc. bewirkten keine wesentliche Besserung; während der Bestrahlung ging die Auswurfmenge, die zwei Tage vor der Bestrahlung noch 150 ccm betragen hatte, auf 5 ccm zurück. Als die Bestrahlung für einige Zeit unterbrochen wurde, ging die Kurve der Auswurfmenge wieder herauf, während sie nach Wiederaufnahme der Bestrahlung sofort sank. —

Lungenblutungen traten in der Behandlung nicht auf bis auf 2 Fälle, bei denen nur an einem Tag eine geringe Blutung zu verzeichnen war. Dagegen hatten bei 11 von 16 Kranken vorher Lungenblutungen bestanden, bei 5 von ihnen auch noch in der der Bestrahlung voraufgehenden Beobachtungsperiode. Die Temperaturen gingen in allen Fällen herunter, in 6 Fällen schon in ganz kurzer Zeit auf den normalen Wert. Nachtschweiße nahmen ab, das Allgemeinbefinden besserte sich, Kräfte und Körpergewicht nahmen zu, auch bei solchen Kranken, bei denen später eine Komplikation wie Darm- oder Hirhauttuberkulose den Exitus herbeiführte.

O. Strandberg wandte, wie Gerhartz Bogenlichtbestrahlung bei Larynxtuberkulose an und erreichte wie dieser in vielen Fällen eine Besserung bezw. eine Ausheilung. An Strahlenqualitäten waren bei diesem Bogenlicht also außer dem roten Anteil des Spektrums auch noch der kurzwellige Teil enthalten. Strandberg bestrahlte 61 Patienten — davon 53 ambulant — die alle gleichzeitig eine Lungentuberkulose hatten. 4 Patienten starben während der Behandlung, 2 blieben unbeeinflußt und 2 besserten sich. Von 21, die die Behandlung abbrachen, war bei 11 keinerlei Wirkung, bei 10 eine Besserung festzustellen, aber eine ganze Menge von diesen hatte die Behandlung nur abgebrochen, weil sie nun soweit war, daß sie in einem Sanatorium aufgenommen werden konnte. Von den 11 erfolglos Behandelten muß gesagt werden, daß hier nur objektiv anscheinend erfolglos gemeint ist. Denn in der Tat galt es für alle, daß bei den Patienten, die Schmerzen und Schluckbeschwerden gehabt hatten, nach verhältnismäßig kurzer Zeit diese verschwunden waren. Und dies allein ist für die stark mitgenommenen larynxtuberkulösen Patienten schon ein großer Fortschritt. — Von den noch in Behandlung stehenden Patienten wurden 4 gebessert, der Rest geheilt. Von den entlassenen Patienten war einer von der Behandlung unbeeinflußt, 3 gebessert, 31 anscheinend

ausgeheilt, also 50%. Von den anscheinend Ausgeheilten waren 3 während 2monatiger Beobachtung, 6 während 7—12monatiger, einer 2 Jahre und einer $5^1/_2$ Jahre rezidivfrei. Wie viele später ein Rezidiv bekommen haben, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Es muß noch hinzugefügt werden, daß der überwiegende Teil der Patienten ambulant behandelt wurde und fast für alle galt, daß sie aus kleinen, armen Häuslichkeiten kamen, wo die Verhältnisse derart waren, daß an eine Extrapflege, Ruhe und Sanatoriumskur nicht zu denken war. — Die Erfolge, die Gerhartz von der Rotlicht-Bogenlicht-Bestrahlung sah, waren nicht so gleichmäßig gut wie die, über die Strandberg berichtete; neben auffallenden Besserungen zeigten sich auch Versager.

Gute Erfolge der Rotlichttherapie finden wir auch in dem Gebiete der Gynäkologie. Versuche therapeutischer Art mit Rotstrahlen in diesem Gebiete wurden zuerst von Landecker ausgeführt. Landecker bestrahlte von der Scheide mit einem speziellen Ultravioletttstrahler der Ultrasonne, von den Bauchdecken her mit einer gelbroten Strahlung der Neonlampe und gab schließlich noch Hormonpräparate bei genitaler Hypo- und Aplasie, bei Menstruationsstörungen und Schmerzen im kleinen Becken. Die Erfolge waren gute; Landecker erklärt die Erfolge einerseits durch die Hyperämisierung, anderseits durch eine Kräftigung des Organismus, wie man sie bei kombinierten Bestrahlungen auch bei Pflanzen sehen kann. Von französischen Autoren wird die Rotlichttherapie zur Behandlung melancholischer Frauen empfohlen. Auch bei diesen Zuständen wurden gute Erfolge gesehen, die wohl auf Grund unserer biologischen Betrachtung und Beobachtung mit einer Besserung der Tätigkeit der Sexualhormone zu erklären sind, da ja bei psychischen Störungen bei Frauen sehr häufig genitale Hypofunktion besteht.

Küstner konnte ebenfalls gute Resultate mit Rotlicht bei der Behandlung genitaler Störungen erzielen. Er wandte die Bestrahlungen bei Menorrhagien in der Pubertät, bei sehr heftiger Dysmenorrhoe, speziell bei der sog. Dysmenorrhoea membranacea an. Bei ausreichend lang fortgesetzter Bestrahlung konnte er solche Fälle ohne jegliche weitere Therapie heilen. Es handelte sich bei diesen Fällen stets um mäßige Grade von Hypoplasie, und der Erfolg beruht wohl zweifellos auf innere Aktivierung der Sexualhormone. Auch bei Männern war es möglich durch Rotbestrahlung

der Hoden die Potenz zu steigern und bei Oligospermie die Zahl der lebenden Spermatozoen zu vergrößern. Auf Grund dieser Beobachtung einiger Autoren wandte Küstner bei sterilen Frauen, deren Genitalbefund sonst normal war, die Rotbestrahlung an. Zwei derartige Fälle, bei denen bis dahin durchgeführte Sterilitätsbehandlung in Form von lokalen gynäkologischen Eingriffen, Hormontherapie, Moorbädern usw. ohne Erfolg geblieben waren konzipierten nach 15—20 Bestrahlungen mit einer Rotlampe und trugen die Schwangerschaft aus. Von weiteren 4 Patientinnen mit Sterilität, bei denen vorher die verschiedensten Versuche zur Hebung der Sterilität schon erfolglos gewesen waren, konzipierten 3 drei bis zehn Monate nach Beginn der Behandlung mit Rotlicht. — Küstner behandelte sehr viele Fälle von ovarieller Dys- und Hypofunktion, so z. B. Fälle mit Störungen von lang anhaltenden Blutungen in der Pubertät, aber auch bei jüngeren Frauen längerer Zeit nach überstandener Entbindung oder Abort, Fälle die vorher meist schon mit einer Abrasio behandelt worden waren. Diese Störungen reagierten auf die Rotlichtbehandlung meist sehr günstig. Es empfiehlt sich besonders bei jungen Mädchen, bei denen eine Abrasio wegen verlängerter Menstruation heute noch viel zu oft gemacht wird, zunächst noch einen Versuch mit Rotlicht. Küstner berichtet von 78 Kranken, die wegen starker Blutungen bestrahlt wurden, daß davon 49 günstig reagierten, bei 21 war eine geringe Besserung zu verzeichnen und 8 verhielten sich vollkommen refraktär bzw. blieben von der Behandlung fort. Jedenfalls hob sich bei der Behandlung das Allgemeinbefinden bei allen Kranken. Diese guten Einflüße der Rotlichtbestrahlung mag wohl hauptsächlich in einer hormonalen Regulierung liegen.

Schmerzen während der Periode wurden auch durch die Rotlichtbestrahlung im günstigen Sinne beeinflußt. Von 21 Patientinnen mit starker Dysmenorrhoe reagierten 11 gut, 3 mit nur geringer Besserung und 7 versagten. Diese Patientinnen kamen von selbst 8 Tage vor der Menstruation zur 2—3 maligen Bestrahlung, weil sie merkten, daß dann ihre Menstruation ohne wesentliche Beschwerden, Schmerzen und Unbehagen verlief. Küstner untersuchte besonders noch die Versager und stellte fest, daß es sich meist anatomisch um Kranke mit normalen Genitalbefund handelte, aber ein Teil dieser refraktären Fälle gehörte zu dem lang aufgeschoßenen,

asthenischen, langgliedrigen Typus. Gute Erfolge lassen sich auch bei einem anderen Bereich des Genitaltraktus liegenden Erkrankungen mit Rotlicht erzielen. So besonders bei heftigen Schmerzen in der Becken- und Kreuzgegend, die als neuralgisch anzusprechen sind. Die Erfolge mit Rotlicht waren in vielen Fällen besser als die Anwendung von Diathermie und Wärme. Einen ausgezeichneten Erfolg hatte Küstner bei einer 32 jährigen Frau, die im Anschluß an zwei normale Entbindungen einen sehr heftigen essentiellen Pruritus bekommen hatte. Seit $1^1/_2$ Jahren wurden die verschiedensten Versuche der Behandlung gemacht, auch Röntgenbestrahlung ohne Erfolg angewandt. Der gynäkologische Befund war kurz folgender: Äußere Geschlechtsorgane wenig behaart (Röntgenwirkung); große und kleine Labien atrophisch, Scheide trocken und ziemlich eng, Uterus normal groß, derb, anteflektiert, an den Adnexen kein pathologischer Befund. Infolge des Pruritus hochgradige Nervosität, Schlaflosigkeit, so daß die Kranke bereits nur mit $1—1^1/_2$ g Veronal, Phanodorm oder anderen Schlafmitteln in der Nacht für kurze Zeit Ruhe fand. Ein Versuch durch Bestrahlung mit Rotlicht der äußeren Genitalien sowie der Bauchgegend der Kranken zu helfen, führte überraschender Weise zu dem Ergebnis, daß bereits nach 3 Bestrahlungen der Juckreiz nachließ und die Kranke dadurch besser schlief. Nach 12 Bestrahlungen war innerhalb $2^1/_2$ Wochen keinerlei Empfindung mehr vorhanden, das psychische Gleichgewicht stellte sich wieder ein und die Kranke fühlte sich sehr wohl. — Auch Thedering (Oldenburg) berichtet über die gute Beeinflußung der Rotlichtbestrahlung bei quälendem Pruritus genitalis der Frauen und sah in mehreren Fällen gute Erfolge.

Ganz allgemein besteht eine unbestreitbare Überlegenheit des Rotlichtes der Diathermie gegenüber infolge der vollkommen gefahrlosen Anwendungsmöglichkeit an jeder Stelle der Haut und Schleimhaut. Damit verbunden die gänzlich unbedenkliche Applikationsmöglichkeit in zugänglichen Körperhöhlen wie Mund, Vagina und Rectum. Rosenbeck aus der Jaschkeschen Klinik berichtet in der Klin. Wschr. 1933 über Nachteile bei der intravaginalen Diathermie. Entsprechende störende Einflüße sind von Cramer und Küstner bei der Behandlung mit der kalten Neon-Vaginal Röhre nicht beobachtet worden. Im Gegenteil, Cramer kann

berichten, daß die von ihm über mehrere Jahre erstreckenden klinisch geheilten Fälle von chronischer Adnexitis für dauernd rezidivfrei blieben. Er erlebte sogar, das Patientinnen, die mit großen Go.-Adnextumoren und langwährenden vergeblichen Vorversuchen mit Diathermie zur Operation bestimmt waren, durch Rotlicht soweit wieder hergestellt wurden, daß sie erneut konzipierten. — Ähnlich liegen die Fälle bei der Prostatitis und bei der oft mehr oder weniger entzündlichen Prostatahypertrophie. — Berücksichtigt man alle Kautelen, so dürfte die Neon-Gas-Therapie chronischer gynäkologischer Entzündungen sowie der Prostatitis unter den physikalischen Behandlungsmethoden mit Recht einen hervorragenden Platz einnehmen, da die Diathermie sehr häufig versagt. Laqeur berichtet in der Med. Welt 1933 über die sonst so erfreulichen Berichte mit Ultrakurzwellen gerade bezüglich der gynäkologischen Entzündungen sehr skeptisch. Natürlich geht die Heilung bei der Neon-Gas-Therapie von chronischen Entzündungen nicht schlagartig von statten, sondern ganz allmählich setzt in längeren Behandlungsserien eine physiologische Heilphase ein.

Von weiteren Neonlichtindikationen sind noch die chronischen Entzündungen der Gelenke, Arthritis deformans, Neuralgien und Neuritiden zu erwähnen. Cramer empfiehlt bei diesen chronischen Entzündungen immer zunächst einen ausgiebigen Versuch mit Rotlicht, und zwar erstens, weil man in vielen Fällen bereits mit diesem blanderen Verfahren zum Ziel kommen kann und zweitens die Rotlichtbehandlung eine zeitweilige Zuhilfenahme anderer physikalische Reize wie die Röntgenstrahlen nicht kontraindiziert. Ist der Erfolg der Rotlichtbestrahlung nach ausgiebiger Anwendung von 12—20 Bestrahlungen ungenügend, so kann man oft mit verblüffendem Erfolg in dem hyperämisierend vorbehandelten Gebiet röntgennachbestrahlen und schließlich auch nach Röntgenbestrahlungen Rotlicht folgen lassen.

Besonders erwähnenswert zu den chronischen Gelenkentzündungen wären hier noch zwei Fälle von **tuberkulösen Rheumotoid (Poncet'scher Krankheit),** wo durch Rotlichtbestrahlung eine ganz wesentliche Besserung erzielt wurde, sogar bei einem Fall, der zuerst als unheilbar galt. Den ersten Fall beschrieb H. Gerhartz aus der Mediz. Klinik Bonn. Der Kranke bekam vor mehreren Jahren Schmerzen in den Hand- und Ellbogengelenken die abwechselnd

sehr schmerzhaft und angeschwollen waren und nicht bewegt werden konnten. Ein Jahr später wurden die Fußgelenke befallen. Dann traten Schmerzen in den Kniegelenken auf, so daß der Patient im Gehen plötzlich sehr behindert war. Die Schultergelenke blieben frei. Der Patient wurde mit diffuser Schwellung und geringer Rötung beider Kniegelenke und sehr heftigen Bewegungsschmerzen in die Klinik aufgenommen. Die Muskelatur an den Oberschenkeln war schon sehr atrophisch. Am linken Auge war ein Ulcus corneae mit ziliarer Injektion, das sehr schmerzhaft war. Der Patient bekam öfters Schüttelfrost mit Temperatursteigerungen, und während des Aufenthaltes stellte sich ein infiltrativer Prozeß in den unteren Teilen der rechten Lunge ein mit verschärftem Atmen, knackenden bezw. feuchten Rasselgeräuschen. Kein Husten und Auswurf. Herzschwäche und Angstgefühl. Sehr starke Schmerzen und Schwellungen der Gelenke, die das Allgemeinbefinden sehr beeinträchtigen. Therapeutisch wurden Heißluftkästen, heiße Bäder, Sandbäder, Fango, Salit- und Radiumpackungen, Diathermie und feuchte Kompressen, Stauung, Massage, purinfreie Diät, von Arzneien Tct. Colchici, Atophan Fibrolysin, ohne wesentlichen Erfolg angewandt. Auch eine Tuberkulinkur blieb ohne Erfolg, obwohl darauf der Kranke lokal und mit Allgemeinerscheinungen reagierte. Nach $^1/_2$ jähriger Behandlung ist der Befund des Patienten so, daß er nicht mehr gehen sowie stehen kann, da die Kniee in starker Beugekontraktur stehen und bei Bewegung sehr schmerzhaft sind, so daß der Patient dauernd zu Bett liegen muß. An den Knochenvorsprüngen besteht Druckschmerz, besonders an der Tibiakante an der Grenze zwischen oberen und mittleren Drittel, sowie in der Mitte der Rückseite des Unterarms. Die übrigen Gelenke wie Ellbogen- und Fuß-, Hand- und Fingergelenke sind ebenfalls beteiligt. Röntgenologisch sind keine Veränderungen der Knochenstruktur nachzuweisen, sondern nur Verdunkelungen der Gelenkspalten. Alle Symptome sprechen für einen chronischen, progressiven tuberkulösen Rheumatismus.

Nun wird der Kranke mit dem Gerhartz'schen Rotbogenlicht bestrahlt, zunächst die Kniee und dann die übrigen Gelenke, wonach sich der Zustand immer mehr bessert. Die Bestrahlungen wurden vom 9. Juli 1914 bis 24. Juni 1915, mit Ausnahme eines Monates fortgesetzt und betrugen im Mittel eine Zeitdauer von

35 Minuten. Der Kranke hatte zwar noch Schwellungen im Sprunggelenk und eine Druckempfindlichkeit der Ober- und Unterseite, ebenfalls eine Schwellung der vier Kleinzehen. Aber er war dann so weit, daß er ambulant weiter mit Rotlicht bestrahlt werden konnte. Er machte dann schon längere Spaziergänge und konnte seiner Beschäftigung nachgehen. —

Einen zweiten Fall von tuberkulösen Rheumatismus, den Gerhartz in der Bonner Med. Klinik behandelte beschrieb J. Willisch in seiner Dissertationsarbeit im Jahre 1918.

Ein 19 jähriger Patient, der in Bezug auf tuberkulöse Veranlagung väterlicherseits erblich belastet ist, erkrankt im Juli 1915 plötzlich an Steifigkeit des linken Knies. Es kann nicht durchgedrückt werden, es schmerzt beim Aufstützen des Körpers, bei aktiven und passiven Bewegungen und auf Druck. Nach dem klinischen Bild und Zusammenfassung der Symptome ist man berechtigt anzunehmen, daß es sich hier um einen chronischen oder subakuten tuberkulösen Gelenkrheumatismus handelt, der plötzlich einsetzte und wahrscheinlich durch Gifte hervorgerufen wurde, die von irgend einem tuberkulösen Herd, wahrscheinlich wohl in der Lunge, gebildet und im Handgelenk einen Hydrops, im Kniegelenk eine fibrinöse Abscheidung der Synovialmembran mit nachfolgender Organisation und dadurch bedingte Verdickung und Bewegungseinschränkung bewirkten. Die Gelenkerscheinungen und Schmerzen trotzten der Behandlung mit Heißluftkästen, Stauung etc. Auch in diesem Falle wird von Gerhartz mit Erfolg Rotbogenlicht zur Behandlung benutzt und nach längerer Behandlung besserten sich die Beschwerden des Kranken ganz erheblich.

Ebenfalls gute Erfolge bei Gelenkaffektionen hatte A. Fried. Er bestrahlte mit Kohlenbogenlicht, welches das ganze Sonnenspektrum enthielt, also außer den blauen und ultravioletten Strahlen kamen auch noch der rote Anteil des Spektrums hinzu. Diese Anwendung stützte sich auf die im Hochgebirge erfahrenen Erfolge der Heliotherapie. Er sah ein, daß eine therapeutische Wirkung nicht nur dem violetten und ultravioletten Anteil zukommt, sondern durch Hinzuführung der anderen Strahlenqualitäten doch eine Überlegenheit der „künstlichen Höhensonne“ erreicht wird. So wurden mit kombinierter Kohlenbogenlicht- Röntgenbestrahlung bei tuberkulösen Gelenkerkrankungen, sowohl beim einfachen Hydrops

als auch bei fistulösen, mit Destruktion der Gelenkflächen einhergehenden Prozeßen Ausheilungen erzielt, und die Resultate hinsichtlich der Funktion der Gelenke waren vollkommen denen mit der Heliotherapie im Hochgebirge gleich. — Auch verschiedene Formen von Lupus auf der Schleimhaut des Mundes, im Rachen und Kehlkopf reagierten sehr günstig auf die Kohlenbogenlichtbehandlung. Bei infiltrativen Formen der Lungentuberkulose empfiehlt Fried eine intensive Bestrahlung, rät jedoch zur sorgfältigen Beobachtung, besonders hinsichtlich der Temperatursteigerung und Albuminurie, ferner auf die Möglichkeit einer durch die Bestrahlung provozierende Hämoptoe. Wir wissen aber durch H. Gerhartz, der ja 18 Fälle schwerster Lungentuberkulose bestrahlte, daß die Gefahren einer Lungenblutung nicht allzu groß sind. —

L. Spitzer erzielte mit seiner Kohlenbogenlichtbehandlung bei akuter tuberkulöser Geschwürsbildung der Mundschleimhaut, sowie auch bei solchen, die mehr eine chronische granulierende Form hatten, gute Resultate. Dagegen konnte er bei tuberkulösen Gelenkerkrankungen, sowohl bei geschlossenen als auch fistulösen Formen keine wesentlich gute Resultate erzielen und bestrahlte hier nur mit der Quarzlampe (künstliche Höhensonne).

Auch postoperative Verwachsungsbeschwerden lassen sich in der Regel günstig mit Rotlicht beeinflußen. Die praktischen Anwendungsmöglichkeiten, die sich auf allen subakuten und chronischen Entzündungen, rheumatischen Beschwerden, sofern die Entzündungen nicht in geschlossenen Höhlen liegen, erstrecken, sind zahllos und werden im wesentlichen mit den bekannten Indikationen für Diathermie übereinstimmen oder sich überschneiden. Hinzuweisen wäre nochmals auf den ausschlaggebenden Vorzug der fast absoluten Gefahrlosigkeit, daß eine direkte Haut- oder Organschädigung ausgeschlossen ist und man von der starken Belastung, der man in vieler Hinsicht bei der Anwendung der Diathermie ausgesetzt ist, vollkommen frei ist. Man kann die Rotlichttherapie unbedenklich auch überall dort ansetzen, wo infolge von Sensibilitätsstörungen für warm und kalt jede Wärmetherapie kontraindiziert ist. Natürlich muß vor einer kritiklosen Anwendung der Rotlichtbehandlung dringend gewarnt werden, da die Behandlung doch immerhin als therapeutischer Eingriff zu werten ist, der sich während der Behandlung in Form einer Müdigkeit und Angegriffenheit

ausdrückt, auf welche Arzt und Patient unbedingt in ihrer Diposition Rücksicht zu nehmen haben. Bei Bestrahlungen des Körperstammes wird im allgemeinen nicht häufiger als einen um den anderen Tag bestrahlt, und die Sitzungen, die mit 10 Minuten Dauer beginnen sollen, nicht über 30 Minuten ausgedehnt. Quantitative Dosenangaben sind in der Literatur noch nicht vorhanden, da die entsprechenden Intensitätsmessungen noch nicht vorliegen. Vernachlässigt man diese Vorsicht und bestrahlt eine größere Anzahl von Feldern über 30 Minuten hinaus, so muß man auf schwere Schockerscheinungen gefaßt sein. Cramer erlebte einen Zustand mehrtägiger Somnolenz nach einer Schädelbestrahlung wegen Paget. Ob es sich hierbei um einen Hyperthermieeffekt, Eiweisstoxikose oder Hirnödem handelte, konnte nicht festgestellt werden.

Wir haben es bei unserer Rotlichttherapie meist mit Entzündungen zu tun und so ist es natürlich auch interessant und wichtig zu wissen, wie das Differentialblutbild beeinflußt wird. Da wir außer der Schmerzreaktion und Fieberreaktion keine sicheren klinischen Indikatoren für das reaktive Geschehen haben, ist es besonders wertvoll, im Differentialblutbild die typischen Bewegungen der mobilen Formationen der fermentativen Abwehrapparatur genauestens verfolgen zu können. Diese mobilen Abkömmlinge des Mesenchyms sind die Lymphozyten, Monozyten und Eosinophile, deren Kurven in Beziehung gesetzt werden zu derjenigen der Leukozyten. Wir können unmöglich an der Tatsache vorübergehen, daß die klinische und hämatologische mesenchymale Reaktion qualitativ vollständig analog verläuft. Einerlei, ob es sich um eine aseptische Reaktion, einen infektiösen Prozeß banaler Art oder um den Ablauf im Bilde der Malaria handelt, einerlei, ob wir eine Entzündung mit Kaseosan, mit Röntgenstrahlen oder mit Rotlicht, ja schließlich mit Diathermie behandeln, die klinischen und hämatologischen Mesenchymreaktionen sind dieselben. Als Antwort auf die Bestrahlung torpider entzündlicher Prozeße mit Röntgenstrahlen, Rotlicht und Diathermie beobachten wir zunächst das Auftreten stärkerer Schmerzen und gelegentlich auch Fieber. Verfolgen wir die Fieberkurve in Verbindung mit der Leukozytenkurve, Linksverschiebung, sowie demgegenüber Monozyten, Lymphozyten und Eosinophile, so finden wir in typischer Weise auf den Insult, gleichgültig welcher Art, zunächst parallel der Fieberkurve ein Ansteigen der Leukozytenzahl

wie der Weite der Linksverschiebung. In dieser von Schilling als neutrophile Kampfphase bezeichneten Kampfhandlung treten die Abkömmlinge des Mesenchyms zurück, sinken im Gegenteil unter dem Einfluß akuter toxischer infektiöser Momente unter die Norm. Ist die Entscheidung gefallen und klingen die akuten Symptome ab, dann kommt das Vorrücken mesenchymaler Abwehrtruppen zunächst in Form einer Monozytose (Schillingsche Abwehrphase), dann wird die Heilung und Reparation durch die Lymphozytose und Eosinophilie gekennzeichnet (lymphozytäre und eosinophile Heilphase). Alle diese Phasen sehen wir genau so in dem Falle, den wir mit Röntgenstrahlen behandelt haben, wie bei den Rotlichtbeeinflußungen chronischer Entzündungen.

Was sich so innerhalb weniger Tage stürmisch beim akuten Infekt abspielt, erstreckt sich beim chronischen Infekt unter Rotlichtbestrahlung oft über Monate. Wir fanden zu Beginn der Rotlichtbehandlung einen chronischen-entzündlichen Prozeß mit nur 13 Lymphozyten und 12 Monozyten im Stadium der Abwehrphase, aus dem der Kranke den Weg in die Heilphase durch den torpiden Charakter der Erkrankung nicht findet. Unter der Bestrahlung mit Rotlicht bessert sich das klinische Bild und mit ihm das Blutbild im Sinne eines langsamen Überganges in die Heilphase unter Abklingen der entzündlichen Beschwerden.

E. und H. Biancani fanden, daß die roten und die ultraroten Strahlen eine Zunahme der Lymphozyten und der roten Blutkörperchen bewirken, ferner eine Erweiterung der Kapillaren und der Lymphgefässe hervorrufen, und daß nach Bestrahlungen von über eine Stunde eine Leukopenie einträte. Sie wandten diese Bestrahlungen bei Rheumatismus, Gicht und Neuralgien an und betonen die ausgesprochene Schmerzlinderung. Henry Vignes hebt besonders die Tiefenwirkung hervor und empfielt deren Anwendung speziell bei Erkrankungen der Cervix und der Adnexe. Im übrigen fand er dieselben Veränderungen im Blutbild wie Biancani. Sehr eingehende Versuche stellte Charles Benoit an und empfiehlt auf Grund seiner Erfahrungen die ultraroten Strahlen bei Anämien, die durch Hämorrhagien verursacht sind, bei Leukämien, bei denen er Leukozytenverminderungen, Gewichtszunahme, Verkleinerung der Milz und Drüsen, Zunahme des Appetites und allgemeine Besserung beobachtete, bei chronischen Ödemen, Congelatio, Arthritis

obliterans, bei Gelenkerkrankungen, Neuralgien, Lumbago, Koliken und Spasmen, wo Belladonna versagt, ferner als einziger Autor bei bindegewebigen Verwachsungen (Pleura, Peritoneum), bei Narben und Kelloiden, auch zur beschleunigten Heilung von Frakturen, zur Steigerung von Abwehrkräften bei Entzündungen. Auch Edouard Antoine und Jaques Gressard behandelten schmerzhafte Bauchaffektionen mit Rotlicht und rühmen ihre Erfolge. H. Halkin und S. Lapière empfehlen Röntgen- und Radiumverbrennungen mit ultraroten Strahlen zu behandeln. — Kisch führt seine ausgezeichneten Erfolge bei Knochen- und Gelenktuberkulose in erster Linie auf die Wirkung des Rotlichtes zurück. v. Bardeleben berichtet über sehr gute Erfolge bei Kolpitis und Adnexerkrankungen.

Eingehende therapeutische Versuche mit Rotlicht insbesondere auch auf das Verhalten des Blutbildes wurden von H. Cramer und G. Fechner ausgeführt und zwar mit einem Rotlichtbestrahlungsapparat, der ein intensives Rot- und Ultrarotlicht liefert. Das erstere fast kalt mit 10—15 mA., das zweite als unsichtbare Wärmestrahlung, beide können gemeinsam oder getrennt eingeschaltet werden. Der Vorteil dieser Apparatur besteht auch darin, daß bei sogenannter kalter Rotlichtbestrahlung ganz nahe an den Körper heran und in die verschiedenen Körperhöhlen (Mund, Vagina, Rectum) hineingegangen werden kann, ohne daß die geringste Verbrennung erfolgt. Dadurch wird die Intensität der Strahlen außerordentlich gesteigert und fast ohne Verlust von den betreffenden Körperpartien aufgenommen, sowie durch die Tiefenwirkung der Rotstrahlung eine günstige Tiefenhyperämie bewirkt. Behandelt wurden von beiden Autoren hauptsächlich Fälle von Polyarthritis chronica und subacuta, Otitis media chronica und subacuta, Appendicitis chronica, abdominale postoperative Verwachsungsbeschwerden, Adnexitis chronica und subacuta, Prostatitis chronica, Myalgien, Neuralgien, Combustio und Congelatio. In den meisten Fällen trat nach 1—4 Bestrahlungen in einer Entfernung von 15—30 cm und von 5—10 Minuten Dauer eine mehr oder weniger starke Schmerzempfindung auf, die nach 1—2 Stunden abklang. Nach 4—8 Bestrahlungen verschwanden die subjektiven Beschwerden fast ausnahmslos vollständig. Das Blutbild — in 35 Fällen verfolgt — zeigte im Laufe der Behandlungen, die täglich oder zweitäglich vorgenommen wurden in der Mehrzahl der Fälle einen ausgesprochenen

Lymphozytenanstieg, verbunden mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Monozytose und Eosinophilie. Einige Krankengeschichten demonstrieren dies in schönster Weise.

Fall 1. Pat. Fle., 56 J., Ehefrau.

Vorgeschichte: Früher immer gesund gewesen, mit 50 J. Menopause, keine erheblichen klimakterischen Beschwerden; in den letzten Jahren fühlte sich Pat. schwach, war wiederholt in ärztlicher Behandlung, vorwiegend wegen oft an verschiedenen Körperstellen auftretender Neuralgien, ohne daß ein organischer Befund erhoben werden konnte. Seit etwa 2 Jahren bestehen wechselnde Schmerzen im rechten Kniegelenk, die in der letzten Zeit an Heftigkeit zunahmen.

Befund: Kleine, untersetzte Frau von leicht pastösem Aussehen, innere Organe o. B., im rechten Kniegelenk bei aktiver und passiver Bewegung deutliches Knirschen. Gynäkologische Untersuchung o. B.

Diagnose: Arthritis im Kniegelenk.

Therapie: Pat. erhält 25 Rotlichtbestrahlungen in 20 cm Entfernung auf das rechte Knie. Dauer steigend bis 15 Minuten. Das Blutbild zeigt eine ausgesprochene Lymphozytose und eine geringe Monozytose; die Lymphozyten stiegen von 16% auf 19, 23, 22, 29, 38%, die Monozyten von 3 auf 7%. Die subjektiven Beschwerden gingen im Laufe der Behandlung zurück um vor Beendigung der Bestrahlungsserie ganz zu verschwinden.

Fall 2. Pat. Pi., 29 J., Kaufmann

Vorgeschichte: Februar 1927 Go.-Infektion, Prostatitis, Epididymitis, in spezialärztlicher Behandlung nach 3 Monaten Abklingen der akuten Symptome, Schmerzen bei der Defäkation blieben bestehen, der Urinrest bei der Miktion war milchig getrübt, kein Fluor. Da die letztgenannten Beschwerden in der Folgezeit nicht verschwanden, erhielt Pat. außer der bereits ohne Erfolg angewandten Prostatamassage im Laufe von mehreren Monaten 40 Diathermiebestrahlungen. Trotzdem blieben die Beschwerden bestehen, gelegentlich schwacher Fluor. Im Mai 1928 Beginn der Rotlichtbestrahlung mit Rectalröhre.

Befund: Fluor, Go. neg.; Prostata: linker Lappen kastaniengroß, rechter kleinapfelgroß, weich, Schleimhaut verschieblich, auf Druck schmerzhaft.

Therapie: Pat. erhielt 55 Rectalbestrahlungen von je 10—15 Minuten Dauer. Nach 12 Bestrahlungen nahm der Fluor an Stärke

zu; mikroskopisch: Go. pos.; Urethritis posterior; gleichzeitige Behandlung mit Guyon-Instillationen mit 1% Targesinlösung, Fluor nahm ab, war noch einige Wochen lang Go. pos., nach der 30. Bestrahlung war die Prostata weich, nicht vergrößert, beide Lappen gleich groß, auf Druck nicht schmerzhaft, keine Beschwerden bei der Defäkation. Die Behandlung wurde noch fortgesetzt. Nach der 50. Bestrahlung bestand kein Fluor, der in der letzten Zeit Gonokokkennegativ war; Prostata o. B. 2. Urinportion noch leicht getrübt. Pat. ist subjektiv ebenfalls beschwerdefrei. Die Lymphozyten stiegen im Laufe der Behandlung von 26 auf 45%, die Monozyten von 5 auf 10%, die Eosinophilen von 2 auf 5%. Ein 5 Wochen später angefertigtes Differentialblutbild zeigt einen Abfall von Lymphozyten auf 26%, wie zu Beginn der Behandlung, die Monozyten auf 5%.

Fall 3. Pat. Sch., 38 J., Kellner

Vorgeschichte: Außer einer Gelbsucht mit 30 J. ist Pat. immer gesund gewesen. Anfang Dezember 1928 Mittelohrvereiterung links. Pat. kommt nach 8 Tagen zur Rotlichtbehandlung. Es fließt stark eitriges Sekret aus dem linken Ohr. Pat. klagt über heftige Schmerzen und Schlaflosigkeit. Er erhält 9 Bestrahlungen in Abständen von 24 Stunden. Nach 3 Bestrahlungen Schmerzfreiheit, nach 6 hört die Sekretion auf, nach der 9. Bestrahlung nur noch geringe Rötung des perforierten Trommelfells. Am gleichen Tage Schmerzen im rechten Ohr, Verlauf der rechtsseitigen Otitis media in gleicher Weise wie links. Pat. erhält nach Abklingen der akuten Symptome noch 7 Bestrahlungen abwechselnd auf beide Ohren. Lymphozytenanstieg von 28% vor der Bestrahlung auf 48% nachher. Monozyten stiegen von 3 auf 11%, Eosinophile von 0 auf 3%.

Cramer hat wiederholt darauf hingewiesen, daß es sich bei den Allgemeinwirkungen nach Bestrahlungen um unspezifische Effekte im wesentlichen auf das Retikuloendothel handelt und als Spiegel für dessen Tätigkeit benutzen wir das Differentialblutbild. Dabei bestätigt sich immer mehr, wie der der Allgemeinreaktion parallel gehende Blutbefund zwar nicht zwangsläufig immer dieselben Phasen durchmacht, wie es anscheinend die Regel erfordert, aber doch in den Grundzügen zweifellos wertvolle Gesetzmäßigkeiten erkennen läßt. Bei dem Rotlichteffekt muß es sich um einen Reizeffekt

handeln, was schon daraus hervorgeht, daß er sich fast nur bei entzündlichen Veränderungen hervorrufen läßt.

Schulz beobachtete unter dem Einfluß des militärischen Trainings dieselben Erscheinungen am blutbildenden Apparat; je nach der Stärke des Trainingsreizes, der bei niedriger Monozytenzahl und hoher Lymphozytenzahl die besten Ergebnisse zeitigt. Und zwar findet er in diesem lymphozytenreichen Stadium auch bei Sportsleuten eine erhöhte Widerstandsfähigkeit des R.E. nicht nur gegen myogene, sondern auch gegen exogene Reize. Wir sehen bei den allerverschiedensten Reizformen denselben Effekt im Organismus, der auf denselben oder analogen Wirkungsmodus schließen läßt, so auch für die Reiztherapie in ihrer natürlichen Form als sportliche Betätigung biologisch dieselben Gleise benutzt, wie wir sie hiermit auch für die Rotlichtwirkung annehmen. Zum näheren Verständnis noch zwei Beispiele.

Frau Fr. B., 31 J., Spina bifida oculta der Halswirbelsäule. Seit Jahren bestehende Schmerzen zwischen den Schulterblättern, die in der letzten Zeit so zugenommen haben, daß Pat. beruflich behindert ist und daher in die I. Med. Poliklinik in Berlin kommt. Die Pat. wurde während des Jahres 1928 erstmalig am 18. 2. mit der Friedschen Entzündungsdosis bestrahlt. Daraufhin zunächst Zunahme der Schmerzen und am 25. 2. die zweite gleichartige Röntgenbestrahlung. In der Nacht nach der Bestrahlung sehr heftige Schmerzen, die mehrere Tage anhielten und in Besserung ausklangen. Am 25. 3. fast keine Schmerzen mehr. Am 13. 6. wieder Schmerzen. Erneute Bestrahlung ohne Erfolg. Am 27. 1. 1930, Pat. klagt über starke Schmerzen und wird in Rotlichtbehandlung genommen. Das Differentialblutbild am 27. 1. war folgendes: Hämoglobin 90, Eo. 4,73, F. J. 0,98, L. 7350 Diff. 2,7/—— 66/13/12 leichte Anisozytose. Wie uns das Hämogramm zeigt, handelt es sich nicht um eine Linksverschiebung direkt, sondern um die monozytäre Ueberwindungsphase (12 Monozyten) mit einer relativen Lymphopenie (13 Lymphozyten). Das Ergebnis der während und nach der kalten Rotlichttherapie (28 Bestrahlungen) erhobenen Blutbefunde war folgendes: nämlich, daß mit zunehmender Besserung die Monozytenzahl sinkt, während die Lymphozytenzahl steigt, so daß wir am Schluß der Behandlung mit Beschwerdefreiheit 31 Lymphozyten und 3 Monozyten feststellen. Die Pat. stellte sich im August erneut beschwerdefrei vor.

In einem anderen Fall: Frau F. 38 Jahre, mit einer schweren Röntgenverbrennung der Vulva und hierdurch bedingter chronischer Entzündung daselbst kam man mit kaltem Rotlicht zu keinem restlos befriedigendem Erfolg. Anfänglich zunehmende Besserung unter Lymphozytenanstieg von 40 auf 59, Absinken der Monozyten von 10 auf 4, dann trotz fortgesetzter Bestrahlungen Rückgang der Lymphozyten wieder auf 31 und Zunahme der Monozyten auf 10 unter Auftreten erneuter Beschwerden. Es wurde das Eintreten einer areaktiven Phase des Mesenchyms angenommen und eine längere Bestrahlungspause eingeschaltet.

Wir sehen, wie in diesen und auch in vielen anderen Fällen der klinische Befund mit dem Blutbefund einhergeht, und hier wieder durch die Bewegungen der Abkömmlinge der R. E. charakterisiert ist. Die Übereinstimmung dieser Reaktionsform mit derjenigen auf die verschiedensten unspezifischen Reize ist überzeugend.

Im allgemeinen verlaufen die Reaktionen nach kalter Rotlichtbestrahlung sehr wenig stürmisch, aber es kann auch zu energischen Reaktionen führen wie folgendes Beispiel zeigt:

F. W. chronische afebrile, stark schmerzende Polyarthritis rheumatica mit Schwellungen an Händen und Füßen. Auf 2 innerhalb von 3 Tagen angewandte kalte Rotlichtbestrahlungen von je 10 Minuten Dauer bekam er unter vermehrten Schmerzen eine charakteristische Fieberbewegung, deren Abklingen vor der Fortsetzung der Bestrahlung abgewartet wurde. Nach Verschwinden des Fiebers besserten sich die Beschwerden sehr und wurden unter weiteren Bestrahlungen weitgehendst beseitigt.

G. Murray Levic berichtet über die Behandlung verschiedener Fälle akuter Poliomyelitis anterior. Bei manchen Fällen zeigten die Muskeln nicht nur vollständige Degenerationsreaktion, sondern ihre Kontraktilität war so weitgehend verloren gegangen, daß mit dem unterbrochenen galvanischen Strom keine Reaktion erzielt werden konnte. Diese Fälle waren vorher ohne Erfolg mit allgemeiner Lichtbestrahlung des Körpers und mit elektrischer Reizung der Muskeln behandelt worden. Die Patienten hatten die geschulteste Pflege erfahren, um die Ernährung der gelähmten Muskeln aufrecht zu erhalten und ihr Schlaffwerden zu verhindern. Auch während der Rotlichtbehandlung wurde diese andauernd fortgesetzt. Ohne eine solche Behandlung hätte man nicht so gute Resultate erwarten

können, wie sie sich ergaben. Auf Grund feststehenden pathologischen Wissens kann man annehmen, daß bei Beginn der Behandlung die atrophischen Muskelfasern zusammengeschrumpft waren, indem die Fasern ihre Elastizität verloren hatten dadurch, daß die kontraktile Substanz größtenteils resorbiert worden war. Diese Muskeln wurden von Kohlenfadenlampen bestrahlt, deren Fäden sich in einer evakuierten Glasbirne befanden. Diese Kohlenfäden gaben ein Licht, das viel reicher an roten und infraroten Frequenzen war, als die Metallfäden in mit Gas gefüllten Birnen. Da es erwünscht war ein Licht von hoher Intensität zu haben, so war es notwendig, die infraroten Strahlen so weit als möglich zu eliminieren, um eine Überhitzung der Haut zu verhüten. Dies wurde durch die Verwendung von rotgefärbten Natrium-Glasschirmen bewerkstelligt. Während diese Schirme den größten Teil der infraroten Strahlen ausschalten, werden sie selbst erhitzt, aber die infrarote Strahlung von diesen Schirmen kann außer Anschlag bleiben. Die Lampen wurden in einer kurzen Entfernung aufgestellt, um eine unbehinderte Luftzirkulation um die zu bestrahlende Partie zu ermöglichen. Jede affizierte Muskelgruppe wurde täglich dem Lichte exponiert. Nachfolgend 4 Fälle, die Levick mit Erfolg behandelte.

1.) F. T., 13 Jahre alt, hatte im Alter von 14 Monaten eine akute Attacke von Poliomyelitis anterior. Mit der Behandlung wurde im Januar 1924 begonnen. Im rechten Quadricepsmuskel hatte er zu dieser Zeit keine faradische oder spontane Reaktion. Am 28. 1. 1925 hatte er in diesen Muskeln eine gute spontane Reaktion wiedererlangt, welche von Tag zu Tag zwar ein wenig variiert, aber ihm ermöglicht, manchmal das Bein mit extendiertem Knie mit dem Oberschenkel in horizontaler Lage zu halten. Die Besserung macht noch immer Fortschritte.

2.) J. C., 12 Jahre alt, hatte eine akute Attacke in früher Kindheit. Im Februar 1924 zeigten die Glutäen und sämtliche Muskeln des Unterschenkels mit Ausnahme der Abduktoren weder eine faradische noch eine spontane Reaktion. Am gleichen Tage wurde mit der Behandlung begonnen. Am 28. 1. 1925 stellte sich eine, wenn auch schwache, klare spontane Reaktion im Quadriceps ein. Die Glutäen reagierten spontan gut: sie werden recht kräftig und erlangten somit eine brauchbare Aktivität. Die Sehnen haben sich genügend erholt, um das Kniegelenk über den rechten Winkel

hinaus zu beugen, wenn der Patient die Bauchlage einnimmt. Die Peronäen reagieren spontan schwach, aber deutlich wahrnehmbar. Der Tibialis anticus fängt an spontan zu reagieren und sämtliche Muskeln werden kräftiger.

3.) W. B., 11 Jahre alt, hatte eine akute Attacke in beiden Unterschenkeln als er 4 Jahre alt war. Im Januar 1924 zeigte der linke Quadriceps keine Reaktion. Am 28. 1. 1925 reagierten diese Muskeln schwach und waren bei horizontaler Lagerung des Patienten beinahe, wenn auch nicht völlig kräftig genug, das Gewicht des Beines zu tragen. Die linke Tibialis anterior-Gruppe erholt sich jetzt. Im rechten Unterschenkel zeigte im Februar 1924 der Tibialis anticus weder eine faradische noch eine spontane Reaktion. Am 28. 1. 1925 reagierte der Tibialis anticus wirklich brauchbar und beinahe genügend um den Fuß ohne Hilfe dorsal zu flektieren.

4.) T. W., 15 Jahre alt, eine akute Attacke, als er noch nicht ganz ein Jahr alt war. Am 26. 2. 1924 war in der Tibialis anticus-Gruppe oder in den Quadricepsmuskeln der rechten Seite weder eine faradische noch eine spontane Reaktion zu erzielen. Am 28. 1. 1925 fingen der Quadriceps und die sämtlichen Muskeln der Tibialis anticus-Gruppe an spontan zu reagieren. Die Atrophie war in diesem Falle bedeutend gewesen, sie hat sich aber in der letzten Zeit sehr gebessert. Der linke Tibialis anticus zeigte anfangs keine faradische oder spontane Reaktion, jetzt reagiert er aber spontan.

Ganz kurz sollen noch zum Schluß die Anwendungsgebiete der ultraroten Strahlen oder der dunklen Warmstrahlung besprochen werden. Hier kommen wohl hauptsächlich nur Erkrankungen der oberflächlichen Haut in Frage, da diese warmen Rotstrahlen ja nicht tief in den Körper eindringen, sondern schon in den oberflächlichsten Hautschichten absorbiert werden und eine mächtige Hyperämie hervorrufen. Und solche Erkrankungen fallen wohl hauptsächlich in das Gebiet der Dermatologie. Wir wissen: Violett und Ultrarot verhalten sich vom energetischen Standpunkt aus antagonistisch: kalt und warm; chemisch und biologisch aktiv; chemisch und biologisch inaktiv; seelisch erregend und beruhigend. Den entzündungserregenden blauen Strahlen stehen die roten als entzündungshemmend gegenüber. Vom Standpunkt des Antagonismus werden wir die Langwellenstrahlen vor allem bei jenen Hautkrankheiten anwenden, die nachweislich durch kurzwelliges Licht hervorgerufen

werden; und in der Tat lassen sich manche Lichtkrankheiten, die im Frühling bzw. Sommer durch das an Ultraviolett reichere Licht und den durch Pigment noch nicht geschützten Körper entstehen, wie z. B. einfache Bläschenausschläge, manchmal Mischcharakter von Quaddeln, Papeln, Erythemflecken, verbunden mit quälendem Jucken, sehr gut mit Rotlichtbestrahlung beeinflußen, wie uns Thedering berichtet. Auch bei der chronischen Lichtempfindlichkeit in Form der Hydroa leistet das Rotlicht Günstiges. Ein sehr dankbares Gebiet für Rotbehandlung sind die akuten nässende Ekzeme, was von den verschiedensten Seiten bestätigt werden konnte. Thedering beschreibt einen Fall von ausgebreiteten brandigen Herpes Zoster. Die schwärzlichen, nässenden Gangränherde verkrusteten schon nach wenigen Belichtungen, und der recht bedrohlich erscheinende Zustand wendete sich einer raschen und glücklichen Heilung zu. Die störenden Bräunungen nach einer Quarzlichtentzündung, die öfters monatelang bestehen bleiben, können fast mit Sicherheit verhindert werden, wenn man sofort eine nachfolgende Behandlung mit Rotlicht ausführt. Ferner übt das Rotlicht eine bleichende, pigmentlösende Wirkung auf die gebräunte Haut aus.

Schubert berichtet über Fälle mit Furunkulose, Schweißdrüsenabscessen und verwandte Leiden, die mit Rotlicht behandelt wurden. Die Ergebnisse waren recht befriedigend. Die Schmerzhaftigkeit ließ zumeist unter der Bestrahlung wesentlich nach, die Entzündungsprozeße grenzten sich schneller ab und kamen eher zur Erweichung. Vor allen Dingen ließen sich auf diesem Wege die bei Schweißdrüsenabscessen der Achselhöhlen so häufigen Rezidive mit gutem Erfolg vermeiden. —

Auch bei der Behandlung des Erysipels wird von den verschiedensten Autoren ein sehr gutes Resultat berichtet.

Zusammenfassung.

Die Rotlichtbehandlung hat sich in den verschiedensten Spezialgebieten der Medizin durchaus bewährt, besonders dort, wo chronisch-entzündliche Prozeße zur Behandlung kamen. Wir unterteilen bei dem Rotlicht nochmal in die **dunklen Wärmestrahlen,** die hauptsächlich aus den **nicht sichtbaren ultraroten Strahlen** bestehen, und die **leuchtenden Rotstrahlen,** bei denen die **Wärme**

keinerlei Rolle spielt und die hauptsächlich nur aus dem **sichtbaren Anteil** des Spektrums bestehen. Die dunklen Wärmestrahlen werden ziemlich oberflächlich absorbiert, das leuchtende Kaltrot dringt hingegen tiefer in das Gewebe hinein. Demnach müssen wir auch die Indikationen für die Rotlichtbehandlung stellen. Wollen wir eine Tiefenhyperämie erzeugen, so werden wir vor allem die kalten Strahlen anwenden, soll die Hyperämie mehr oberflächlich sein, z. B. bei Haut- und Schleimhautaffektionen, so bedienen wir uns vornehmlich der Warmstrahlung, was uns durch die modernen Apparate, in denen beide Strahlenqualitäten getrennt erzeugt und appliziert werden können, möglich ist. Die Vorteile der Rotlichtbestrahlung liegen in der Möglichkeit der Applikation in Körperhöhlen wie Vagina und Rectum, ohne daß Verbrennungsgefahr damit verbunden ist, und der therapeutische Wert liegt vor allem in der analgetischen und sedativen Wirkung.

Erfolge erzielte man bei:

Lungen- und Kehlkopftuberkulösen. Es besserte sich der Allgemeinzustand, Husten- und Nachtschweiße nahmen ab, der Auswurf verringerte sich, auch röntgenologisch war ein Rückgang der Prozesse nachweisbar.

Genitaler Dys- und Hypofunktion, in Form von Dysmenorrhoen und Menorrhagien.

Sterilitätsbehandlungen, die mit lokalen gynäkologischen Eingriffen, Hormontherapie, Moorbädern etc. vergeblich vorbehandelt waren. Die Rotlichtbestrahlung führte zum Erfolg, so daß die Frauen konzipierten.

Pruritus genitalis, Fälle von **chronischer Adnexitis** und großen **Go.-Adnextumoren.**

Chronischen Entzündungen der Gelenke wie **Arthritis deformans.**

Tuberkulösen Rheumatoid (Poncetsche Krankheit)

Postoperativen Verwachsungsbeschwerden sowie allen chronischen und subakuten Entzündungen.

Neuralgien und Neuritiden.

Polyarthritis chronica und **subacuta** sowie **Otitis media chronica** und **subacuta.** Man beobachtete bei all diesen Erkrankungen die Veränderungen im Differentialblutbild, und man konnte mit aller Deutlichkeit eine **Aktivierung der mesenchymalen Abwehrkräfte** feststellen. So sah man in fast allen Fällen einen

ausgesprochenen **Lymphozytenanstieg,** verbunden mit einer mehr oder weniger ausgeprägten **Monozytose** und **Eosinophilie.**

Prostatitis, kompliziert mit chronischen Go.-Erkrankungen. Man sah hier regelmäßig ein rasches Abklingen der Beschwerden und eine allmähliche, aber stetig fortschreitende Rückbildung der vergrößerten schmerzhaften Prostata.

Fällen von akuter Poliomyelitis anterior. Die gelähmten Muskelgruppen erreichen nach einer gewissen Dauer der Bestrahlung wieder eine annehmbare Beweglichkeit.

Auch in dem Anwendungsgebiet der **ultraroten,** also den dunklen **Wärmestrahlen,** waren die Erfolge recht befriedigend. Bei Hauterkrankungen, die durch die Einwirkung von ultravioletten Licht entstanden sind, leistete die warme Rotstrahlung besonders gute Dienste.

Gute Erfolge erreichte man ferner bei: Akuten nässenden Ekzemen, Herpes zoster, Furunkeln, Schweißdrüsenabscessen sowie bei **Erysipel.**

Man wird nun einwenden können, daß wir zahlenmäßig erheblich viel häufiger Bestrahlungen benötigen, um zu einem klinischen Erfolg zu gelangen, als mit Röntgenstrahlen. Demgegenüber ist festzustellen, daß ein großer Teil solcher Fälle mit Rotlicht behandelt wurden, die vorher röntgenologisch vergeblich behandelt worden waren. Was für den Patienten am wichtigsten ist: Es bestehen **keine Bedenken gegen die Benutzung von Hitze und Kälte auf der Haut,** ein Verbot, was bei Neuralgien und rheumatischen Beschwerden im Falle des Versagens der angewandten Röntgentherapie besonders peinlich ist. Für die Diathermie gilt natürlich das gleiche. Es kommt ferner bei der Rotlichtbestrahlung nicht so leicht zur Einschmelzung der Drüsen wie bei Röntgenbestrahlung. (Gerhartz).

Zum Schluß noch ein paar kurze Bemerkungen zu der Indikation und Handhabung der Rotlichttherapie. Bei der Anwendung der Rotlichttherapie müssen selbstverständlich die Regeln der allgemeinen Behandlungsweise mit beachtet werden, so daß wir ebenso, wie wir bei einem mit Röntgenstrahlen behandelten Unterschenkelabscess außerdem das Bein ruhigstellen, oder eine schwere eitrige Adnexitis nur bei stationärer Behandlung bessern können und diese auch nur unter ständiger Kontrolle des Gynäkologen. Genau so

werden wir die Prostatitistherapie nicht etwa aus.dem Bereich der Dermatologie in den Rahmen der Lichttherapie eliminieren können oder wollen. Hier läßt sich die Reiztherapie nur in der Hand desjenigen rechtfertigen, der alle Phasen des Krankheitsverlaufes kennt und beherrscht. So wäre es auch grundsätzlich verfehlt, durch kaltes Rotlicht eine torpide chronische Prostatitis zu reaktivieren, ohne für gleichzeitige Desinfektion der Urethra zu sorgen, was wir mit Guyoninstillationen oder Blasenspülungen erreichen.—

Zum Schluß sei nochmals auf die Ungefährlichkeit des Rotlichtes gegenüber der Röntgenstrahlen und auch der Diathermie hingewiesen. So vor allem bei wiederholter Applikation von Röntgenstrahlen oder von Diathermie auf das Abdomen, mit ihrem unvermeidlichen Einfluß auf das Genitale, sofern dieses nicht direkt Objekt der Bestrahlung ist. Wenn wir auch hier die wohltuende Wirkung der Röntgenstrahlen und der Diathermie als einen außerordentlich wertvollen Faktor im Kampfe gegen chronische Infekte kennen und ihre Erfolge lange Zeit mit keiner anderen Methode zu erreichen waren, so zwingt uns doch die ungeklärte Lage eventueller **erbbiologischer** Schäden **jeder indifferenten Methode** der Lichttherapie **den Vorzug zu geben.**

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht Herrn Professor Dr. Dr. Gerhartz für die Überlassung des Themas und für seine freundliche Beratung bei der Anfertigung der Arbeit, sowie Herrn Professor Dr. Grebe für die Übernahme des Korreferates meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

LITERATUR

1. Ahlswede, H. Zbl. f. Haut- und Geschlechtskrkh. Bd. 12, S. 365, 1924
2. Ahlswede, H. Zbl. f. Haut- und Geschlechtskrkh. Bd. 12, S. 75, 1924
3. Biancani, E. u. H. Les rayons infrarouges en médicine. Clinique Jg. 21
4. Bode, H. G. Blau- und Rotlicht in der Dermatologie. Strahlenther. Bd. 30, S. 359.
5. Cramer und Fechner Strahlenther. Bd. 39, S. 474.
6. Cramer H. und Fechner Strahlenther. Bd. 33, S. 186.
7. Cramer, H. Ergebnisse der Rotlichttherapie. Strahlenther. Bd. 47, S. 771.
8. Cramer und Kalkbrenner Kl. W. 1926.
9. Freund Wiener kl. Wo. 1923 Nr. 42
10. Fried, A. Kohlenbogenlichtbeh. des Lupus und der chir. Tuberk. Med. Klin. 1922, Nr. 22
11. Gerhartz, H. Rotlichttherapie der Lungentuberkulose. Beitr. z. Klinik der Tuberk. Bd. 34, S. 211 ff. 1916.
12. Gerhartz, H. Behandlung der Lungentuberkulose mit intensivem rotreichen Licht. Münch. med. Wschr. 1915, Nr. 35, S. 1174 – 1176.
13. Jesionek. A. Lichtbiologie. 1910.
14. Jesionek, A. Münch. med. Wschr. 1933, S. 327.
15. Keeser, E. Naunyn-Schmiedebergs Arch. 166, S. 624—632. (1932).
16. Keller, Ph. Strahlenther. Bd. 33, S. 711.
17. Kisch, E. Über die Lichtbehandlung der Gelenk- und Knochentuberkulose. 1. Beih. d. M. Kl. 1925.
18. Küstner, H. Münch. med. Wsch. 1935, S. 773.
19. Küstner, H. und Schulz, H. Klin. Wo. 13. Jahrg. Nr. 3 1933.

20. Küstner, H. Strahlenther. Bd. 47, S. 759.
21. Laqueur Die Lichttherapie des praktischen Arztes. Münch. med. Wschr. Nr. 4. 1931.
22. Laqueur Gegen die Diathermie in der Gynäkologie. Med. Welt 1933, IV. S. 22.
23. Levick Über den therapeutischen Wert roter Strahlen. Strahlenther. Bd. 25, S. 735.
24. Ludwig und v. Ries Strahlenther. Bd. 32, S. 1.
25. Ludwig und v. Ries Strahlenther. Bd. 39, S. 485.
26. Ludwig und v. Ries Strahlenther. Bd. 29, S. 581,
27. Ludwig und v. Ries Schweiz. med. Wschr. Nr. 14, 1931.
28. Meyer, A. Strahlenther. Bd. 1.
29. Meyer, J. Zbl. f. Haut- und Geschlechtskrkh. Bd. 45, 1933.
30. Müller, O. Münch. med. Wschr. 1917, Nr. 11.
31. Pauli W. E. und Ivanicec, J. Über die Penetration des roten u. ultravioletten Lichtes. Medicineski pregled. Jg. 2, Nr. 2, S. 61—63. 1927.
32. Ponzio, M. Strahlenther. Bd. 34, S. 490.
33. Reyn Lazarus Handbuch der ges. Strahlenheilkunde. Bd. 3, 1928.
34. v. Ries, J. Schweiz. med. Wschr. 1927, S. 248.
35. Rosenbeck Nachteile der intravaginalen Diathermie. Klin. Wschr. 1933, Nr. 27.
36. Schall L. und Alius Strahlenther. Bd. 23, S. 167.
37. Schall, L. Erg. d. med. Strahlenforschg. Bd. 4, 1930.
38. Schröder, G. Licht- und Strahlentherapie. Fortschr. Ther. Erg. d. ges. Tbcforschg. 1931.
39. Schubert Rot- und Blaulicht in der Dermatologie. Strahlenther. Bd. 31, S. 610.
40. Schulz Zschr. f. klin. Med. Bd. 110, H. 2.
41. Siede, W. Der Einfluß weiblicher Sexualhormone und Strahlen verschiedener Wellenlängen auf die Blutzusammensetzung; aus Univ. Frauenklinik, Triersches Institut, Leipzig. Dissertation 1932.
42. Spitzer, L. Münch. med. Wschr. 1916, Nr. 44.
43. Staupy Berl. klin. Wschr. 1916, Nr. 31.

44. Strandberg — Über die Behandlung der Larynxtuberkulose mit Finsenbädern. D. med. Wschr. 1922, Nr. 28.

45. Thedering — Über Rotlichttherapie. Versuch einer theoretischen Begründung. Münch. med. Wschr. 1919. Nr. 3.

46. Thedering — Über einen neuen Rotstrahler und seine Verwendbarkeit in der Hantpraxis. Z. physik. Th. 44, 1933, S. 128—133.

47. Thedering — Strahlenther. Bd. 47, S. 780.

48. Thedering — Das Quarzlicht und seine Anwendung in der Medizin. Gerh. Stalling, Oldenburg, 1925.

49. Vignes, H. — Ultraviolets et infrarouges en thérapeutique gynécologique. Prog. med. Jg. 53 Nr. 37, S. 1378.

50. Wichmann, P. — Strahlenther. Bd. 28, S. 189.

51. Willisch, J. — Poncetsche Krankh. Dissert. aus der Univ. klin. f. innere Med. Bonn 1918.

52. Zinn, F. W. — Zbl. f. Haut- und Geschlechtskrkh. Bd. 18, S. 356.

Lebenslauf.

Als Sohn des Kaufmanns Julius Moses und seiner Ehefrau Emma, geb. Rosenberg, wurde ich, Otto Moses, am 5. Juli 1911 in Kirchen a. Sieg geboren. Nach 4jährigem Besuch der Volksschule kam ich auf das Real-Reformgymnasium in Betzdorf, wo ich Ostern 1931 die Reifeprüfung bestand. Ich begann dann mein medizinisches Studium an der Universität Bonn, ging von hier aus nach München und wieder nach Bonn zurück, wo ich im Sommer-Semester 1933 die medizinische Vorprüfung bestand. Die klinischen Semester verbrachte ich, mit Ausnahme von 2 Semestern an der Universität Köln, sämtlich in Bonn. Im Winter-Semester 1936/37 bestand ich an der Universität Bonn mein medizinisches Staatsexamen.